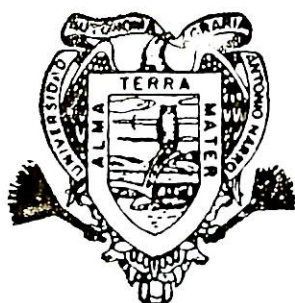


ROMPIMIENTO DE LATENCIA EN SEMILLA DE
CUATRO LEGUMINOSAS FORRAJERAS TROPICALES

JOSE JULIAN CARVAJAL AZCORRA

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS



**Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro**

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

OCTUBRE DE 1993

ROMPIMIENTO DE LATENCIA EN SEMILLA DE CUATRO
LEGUMINOSAS FORRAJERAS TROPICALES

JOSE JULIAN CARVAJAL AZCORRA

TESIS

Presentada como Requisito Parcial

para obtener el grado de

Maestro en Ciencias

en Tecnologia de Semillas

Universidad Autónoma Agraria

"Antonio Narro"

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah., México.

Octubre de 1993.

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de
asesoría y aprobada como requisito parcial para optar el
grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS

COMITE PARTICULAR

Asesor principal:

Serrato

MC. Víctor M. Serrato Castrillón

Asesor:

Bustamante

MS. Leticia A. Bustamante García

Asesor:

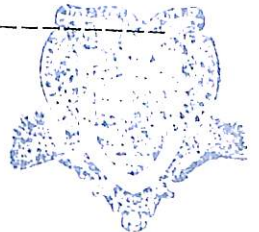
Rodriguez

MC. Jaime M. Rodríguez del Angel

Brondo

Dr. José Manuel Fernández Brondo
Subdirector de Postgrado

Universidad Autónoma Agraria
"A. F. ROSA NARRO"



BIBLIOTECA

U A A A N

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Octubre de 1993.

AGRADECIMIENTOS

Al MC. Víctor M. Serrato Castrillón, MS. Leticia A. Bustamante y al MC. Jaime M. Rodríguez del Angel, agradezco profundamente el apoyo técnico en la integración y revisión del manuscrito de tesis, así como en el análisis de datos e interpretación de resultados, su ayuda fue muy valiosa para cumplir los objetivos de la tesis.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por los múltiples servicios que facilitó y que contribuyeron a mi formación académica, mi eterno agradecimiento.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias por concederme el privilegio de gozar de la beca que financió los estudios de maestría.

A la singular comunidad Saltillense, inolvidable, por facilitarme múltiples actividades, que creo, contribuyeron a mi formación intelectual y otros aspectos de mi vida.

DEDICATORIA

A Ella, que es muy pródiga y que se caracteriza por su nobleza , comprensión y servicio, siempre desinteresado, hacia los otros, sin espera de retribución. Y además por el gran amor universal que la define.

A El por su perenne talento, organización y fuerza para conducir los destinos hacia rumbos objetivos y por anhelar siempre lo mejor para sus hijos.

A los maestros (as) de la Alma Mater, por los servicios que prestan y por los objetivos que cumplen, eliminando los obstáculos que las circunstancias les presentan en el cumplimiento de su labor trascendental.

COMPENDIO

ROMPIMIENTO DE LATENCIA EN SEMILLA DE CUATRO
LEGUMINOSAS FORRAJERAS TROPICALES

POR

JOSE JULIAN CARVAJAL AZCORRA

MAESTRIA EN

TECNOLOGIA DE SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. OCTUBRE 1993

MC. Víctor M. Serrato Castrillón -Asesor-

Palabras clave:

Centrosema, *Clitoria*, *Leucaena*,
Macroptilium. Latencia. Almacenamiento.
Escarificación. Acido Sulfúrico,
Agua Caliente. Germinación, Emergen-
cia y Viabilidad.

Semilla de cuatro leguminosas forrajeras tropicales,
con alto grado de latencia, ocurrida por impermeabilidad de
la testa, se evaluaron en tres periodos de almacenamiento

(semilla inicial, a seis y a doce meses) y 15 tratamientos de escarificación (siete en Acido Sulfurico concentrado y ocho en Agua Caliente), con el objetivo de romper la dureza de las cubiertas y promover la germinación.

Se observó, en las cuatro especies, la eficacia del Acido Sulfúrico, al contrarrestar la latencia de la semilla y potencializar la germinación y emergencia, en los tres Tiempos de Almacenamiento. Para, *Centrosema* y *Clitoria* 10 y 20 minutos de escarificación con Acido Sulfúrico, respectivamente, resultaron en una alta Emergencia de la semilla inicial, a seis y a doce meses de almacenamiento. Mientras que para *Leucaena* y *Macroptilium* 30 minutos fue suficiente.

El efecto de la escarificación con Agua Caliente (93-95°C), en general, fue menos favorable en relación al Acido, en *Centrosema* y *Clitoria*, donde a seis meses de almacenamiento, 5-120 segundos y 5-30 segundos, respectivamente, incrementaron moderadamente la emergencia; dando mejores resultados en *Macroptilium* y *Leucaena*, ya que estas en semilla inicial toleraron con mayor amplitud la escarificación con Agua Caliente y en estas se mejoró la respuesta.

Se observó, que la escarificación con Agua Caliente, fue más relevante, cuando la semilla tuvo menor contenido de humedad, ya que el periodo de Almacenamiento modificó la humedad de las semillas y esto influyó en los tratamientos con Agua Caliente.

ABSTRACT

Seed breaking dormancy in four tropical
pasture legumes

BY

JOSE JULIAN CARVAJAL AZCORRA

MASTER OF SCIENCE

SEED TECHNOLOGY

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO COAHUILA. OCTOBER 1993.

MC. Víctor M. Serrato Castrillón -Advisor-

Key words: *Centrosema*, *Clitoria*, *Leucaena*, *Macroptilium*.
Dormancy. Storage. Sulphuric acid, hot water scar-
rification. Germination, emergence, viability.

Seed of four tropical pasture legumes, with high
dormancy, imposed by seed coat impermeability, were assessed
at three storage interval (initial seed, six and twelve

months) in fifteen scarification treatments (seven in concentrated sulphuric acid and eight in hot water at 93-95°C), so as to promote seed germination.

Sulphuric acid scarification promoted emergence and germination in the four seed species at the three storage periods. The best treatments for *Clitoria* and *Centrosema* were 20 and 10 minutes on sulphuric acid, respectively, as higher emergence at initial seed, six and twelve months were observed, while for *Leucaena* and *Macroptilium* 30 minutes were sufficient.

The effect of hot water scarification was less effective than sulphuric acid, since only *Leucaena* and *Macroptilium* had better response as higher emergence in initial seed, at six and twelve months were observed. Hot water scarification, was not effective at all, for *Centrosema* and *Clitoria*, except at six months, when 5-120 seconds and 5-30 seconds, respectively, stimulated emergence response.

Better response for hot water scarification was observed when seed moisture content was lower due to changes occurring during storage time .

INDICE DE CONTENIDO

	página
INDICE DE CUADROS.....	xii
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	5
-CONCEPTO DE LATENCIA.....	5
-CLASIFICACION DE LATENCIA.....	8
-METODOS PARA SUPERAR LA LATENCIA.....	13
-SEMILLAS DURAS O IMPERMEABLES.....	17
-ESCARIFICACION CON ACIDO SULFURICO.....	19
-ESCARIFICACION CON AGUA CALIENTE.....	23
MATERIALES Y METODOS	26
-UBICACION DEL EXPERIMENTO.....	26
-MATERIAL EXPERIMENTAL.....	26
-MANEJO DE LOTES Y SEMILLAS.....	28
HUMEDAD DE LA SEMILLA.....	30
PESO DE MIL SEMILLAS.....	30
PESO VOLUMETRICO.....	31
DAÑO MECANICO.....	32
-TRATAMIENTOS.....	33
-ENSAYOS.....	35
GERMINACION ESTANDAR.....	36
EMERGENCIA EN INVERNADERO.....	36

VIABILIDAD CON TETRAZOLIO.....	37
-ANALISIS ESTADISTICO.....	38
RESULTADOS Y DISCUSION.....	41
- <i>Centrosema brasilianum</i>	41
ESCARIFICACION CON ACIDO SULFURICO.....	41
GERMINACION ESTANDAR Y SEMILLAS	
DURAS.....	41
EMERGENCIA Y VIABILIDAD.....	46
ESCARIFICACION CON AGUA CALIENTE.....	51
GERMINACION ESTANDAR Y SEMILLAS	
DURAS.....	51
EMERGENCIA Y VIABILIDAD.....	54
- <i>Clitoria ternatea</i>	61
ESCARIFICACION CON ACIDO SULFURICO.....	61
GERMINACION ESTANDAR Y SEMILLAS	
DURAS.....	61
EMERGENCIA Y VIABILIDAD.....	66
ESCARIFICACION CON AGUA CALIENTE.....	70
GERMINACION ESTANDAR Y SEMILLAS	
DURAS.....	70
EMERGENCIA Y VIABILIDAD.....	75
- <i>Leucaena leucocephala</i>	80
ESCARIFICACION CON ACIDO SULFURICO.....	80
GERMINACION ESTANDAR Y SEMILLAS	
DURAS.....	80
EMERGENCIA Y VIABILIDAD.....	85

ESCARIFICACION CON AGUA CALIENTE.....	89
GERMINACION ESTANDAR Y SEMILLAS	
DURAS.....	89
EMERGENCIA Y VIABILIDAD.....	93
- <i>Macroptilium atropurpureum</i>	99
ESCARIFICACION CON ACIDO SULFURICO.....	99
GERMINACION ESTANDAR Y SEMILLAS	
DURAS.....	99
EMERGENCIA Y VIABILIDAD.....	103
ESCARIFICACION CON AGUA CALIENTE.....	107
GERMINACION ESTANDAR Y SEMILLAS	
DURAS.....	107
EMERGENCIA Y VIABILIDAD.....	111
CONCLUSIONES.....	116
RESUMEN.....	119
LITERATURA CITADA.....	121
APENDICE.....	126

INDICE DE CUADROS

Cuadro No		página
3.1	CONTENIDOS DE HUMEDAD (%) DE SEMILLA DE LOTES UTILIZADOS EN ESCARIFICACION A TRES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO.....	30
3.2	VALORES DE PESO DE MIL SEMILLAS (GRAMOS) DE LOTES UTILIZADOS EN EL ENSAYO DE ESCARIFICACION EN TRES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO...	31
3.3	VALORES DE PESO VOLUMETRICO (KG/HL) DE SEMILLA DE LOTES UTILIZADOS EN ENSAYO DE ESCARIFICACION EN TRES TIEMPOS DE ALMACEN....	32
3.4	VALORES DE DAÑO MECANICO (%) DE SEMILLA DE LOTES UTILIZADOS EN ENSAYO DE ESCARIFICACION EN TRES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO.....	33
3.5	TRATAMIENTOS DE ESCARIFICACION CON ACIDO SULFURICO CONCENTRADO EN LOTES DE SEMILLA DE CUATRO ESPECIES FORRAJERAS A DIFERENTE TIEMPO DE ALMACENAMIENTO.....	34
3.6	TRATAMIENTOS DE ESCARIFICACION CON AGUA CALIENTE (93-95°C) EN LOTES DE SEMILLA DE CUATRO ESPECIES FORRAJERAS A DIFERENTE TIEMPO DE ALMACENAMIENTO.....	34
4.1	COMPARACION DE MEDIAS DE GERMINACION ESTANDAR (GE) Y SEMILLAS DURAS (SD) EN <i>Centrosema brasilianum</i> PARA TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (T DE A) BAJO ESCARIFICACION CON ACIDO SULFURICO.....	42
4.2	COMPARACION DE MEDIAS DE GERMINACION ESTANDAR (GE) Y SEMILLAS DURAS (SD) EN <i>Centrosema brasilianum</i> PARA TIEMPO DE INMERSION EN ACIDO SULFURICO EN DIFERENTE TIEMPO DE ALMACENAMIENTO.....	43
4.3	COMPARACION DE MEDIAS DE GERMINACION ESTANDAR (GE) Y SEMILLAS DURAS (SD) EN <i>Centrose-</i>	

	<i>ma brasilianum</i> POR EFECTO COMBINADO DE TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (T DE A) Y TIEMPO DE INMERSION (T DE I) EN ACIDO SULFURICO.....	45
4.4	COMPARACION DE MEDIAS DE EMERGENCIA (E) Y VIABILIDAD (VB) EN SEMILLAS DE <i>Centrosema brasilianum</i> PARA TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (T DE A) BAJO ESCARIFICACION CON ACIDO SULFURICO	47
4.5	COMPARACION DE MEDIAS DE EMERGENCIA (E) Y VIABILIDAD (VB) EN SEMILLAS DE <i>Centrosema brasilianum</i> PARA TIEMPO DE INMERSION (T DE I) EN ACIDO SULFURICO EN DIFERENTE TIEMPO DE ALMACENAMIENTO.....	48
4.6	COMPARACION DE MEDIAS DE EMERGENCIA (E) Y (E) Y VIABILIDAD (VB) EN SEMILLA DE <i>Centrosema brasilianum</i> POR EFECTO COMBINADO DE TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (T DE A) Y TIEMPO DE INMERSION EN ACIDO SULFURICO.....	49
4.7	COMPARACION DE MEDIAS DE GERMINACION ESTANDAR (GE) Y SEMILLAS DURAS (SD) EN <i>Centrosema brasilianum</i> PARA TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (T DE A) BAJO ESCARIFICACION CON AGUA CALIENTE.....	52
4.8	COMPARACION DE MEDIAS DE GERMINACION ESTANDAR (GE) Y SEMILLAS DURAS (SD) EN <i>Centrosema brasilianum</i> PARA TIEMPO DE INMERSION EN AGUA CALIENTE EN DIFERENTE TIEMPO DE ALMACENAMIENTO.....	53
4.9	COMPARACION DE MEDIAS DE GERMINACION ESTANDAR (GE) Y SEMILLAS DURAS (SD) EN <i>Centrosema brasilianum</i> POR EFECTO COMBINADO DE TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (T DE A) Y TIEMPO DE INMERSION (T DE I) EN AGUA CALIENTE.....	54
4.10	COMPARACION DE MEDIAS DE EMERGENCIA (E) Y VIABILIDAD (VB) EN <i>Centrosema brasilianum</i> PARA TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (T DE A) BAJO ESCARIFICACION CON AGUA CALIENTE.....	56
4.11	COMPARACION DE MEDIAS DE EMERGENCIA (E) Y VIABILIDAD (VB) EN <i>Centrosema brasilianum</i> PARA TIEMPO DE INMERSION (T DE I) EN AGUA CALIENTE EN DIFERENTE TIEMPO DE ALMACENAMIENTO.....	57

4.12	COMPARACION DE MEDIAS DE EMERGENCIA (E) Y VIABILIDAD (VB) EN <i>Centrosema brasilianum</i> POR EFECTO COMBINADO DE TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (T DE A) Y TIEMPO DE INMERSION (T DE I) EN AGUA CALIENTE.....	59
4.13	COMPARACION DE MEDIAS DE GERMINACION ESTANDAR (GE) Y SEMILLAS DURAS (SD) EN <i>Clitoria ternatea</i> PARA TIEMPO DE INMERSION EN ACIDO SULFURICO EN SEMILLA INICIAL Y A SEIS MESES ALMACENAMIENTO.....	62
4.14	COMPARACION DE MEDIAS DE GERMINACION ESTANDAR (GE) Y SEMILLAS DURAS (SD) EN <i>Clitoria ternatea</i> POR EFECTO COMBINADO DE TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (T DE A) Y TIEMPO DE INMERSION (T DE I) EN ACIDO SULFURICO.....	63
4.15	COMPARACION DE MEDIAS DE GERMINACION ESTANDAR (GE) Y SEMILLAS DURAS (SD) EN <i>Clitoria ternatea</i> PARA TIEMPO DE INMERSION EN ACIDO SULFURICO (LOTE (DOS, DOCE MESES).....	65
4.16	COMPARACION DE MEDIAS DE EMERGENCIA (E) Y VIABILIDAD (VB) EN <i>Clitoria ternatea</i> PARA TIEMPO DE INMERSION EN ACIDO SULFURICO EN SEMILLA INICIAL Y A SEIS MESES DE ALMACEN..	67
4.17	COMPARACION DE MEDIAS DE EMERGENCIA (E) Y VIABILIDAD (VB) EN <i>Clitoria ternatea</i> POR EFECTO COMBINADO DE TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (T DE A) Y TIEMPO DE INMERSION (T DE I) EN ACIDO SULFURICO.....	68
4.18	COMPARACION DE MEDIAS DE EMERGENCIA (E) Y VIABILIDAD (VB) EN <i>Clitoria ternatea</i> PARA TIEMPO DE INMERSION EN ACIDO SULFURICO (LOTE DOS, DOCE MESES).....	69
4.19	COMPARACION DE MEDIAS DE GERMINACION ESTANDAR (GE) Y SEMILLAS DURAS (SD) EN <i>Clitoria ternatea</i> PARA TIEMPO DE INMERSION EN AGUA CALIENTE EN SEMILLA INICIAL Y A SEIS MESES DE ALMACENAMIENTO.....	71
4.20	COMPARACION DE MEDIAS DE GERMINACION ESTANDAR (GE) Y SEMILLAS DURAS (SD) EN <i>Clitoria ternatea</i> POR EFECTO COMBINADO DE TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (T DE A) Y TIEMPO DE INMERSION (T DE I) EN AGUA CALIENTE	73

4.21	COMPARACION DE MEDIAS DE GERMINACION ESTAN- DAR (GE) Y SEMILLAS DURAS (SD) EN <i>Clitoria</i> <i>ternatea</i> PARA TIEMPO DE INMERSION EN AGUA CALIENTE (LOTE DOS DOCE MESES).....	75
4.22	COMPARACION DE MEDIAS DE EMERGENCIA (E) Y VIABILIDAD (VB) EN <i>Clitoria ternatea</i> PARA TIEMPO DE INMERSION EN AGUA CALIENTE EN SE- MILLA INICIAL Y A SEIS MESES DE ALMACEN....	76
4.23	COMPARACION DE MEDIAS DE EMERGENCIA (E) Y Y VIABILIDAD (VB) EN <i>Clitoria ternatea</i> POR EFECTO COMBINADO DE TIEMPO DE ALMACENAMIE- TO (T DE A) Y TIEMPO DE INMERSION (T DE I) EN AGUA CALIENTE.....	77
4.24	COMPARACION DE MEDIAS DE EMERGENCIA (E) Y VIABILIDAD (VB) EN <i>Clitoria ternatea</i> PARA TIEMPO DE INMERSION EN AGUA CALIENTE (LO- TE DOS, DOCE MESES).....	79
4.25	COMPARACION DE MEDIAS DE GERMINACION ESTAN- DAR (GE) Y SEMILLAS DURAS (SD) EN <i>Leucaena</i> <i>leucocephala</i> PARA TIEMPO DE INMERSION EN A- CIDO SULFURICO (SEMILLA INICIAL, LOTE UNO).	81
4.26	COMPARACION DE MEDIAS DE GERMINACION ESTAN- DAR (GE) Y SEMILLAS DURAS (SD) EN <i>Leucaena</i> <i>leucocephala</i> PARA TIEMPO DE INMERSION EN A- CIDO SULFURICO EN SEMILLA DE SEIS Y DOCE MESES DE ALMACENAMIENTO.....	83
4.27	COMPARACION DE MEDIAS DE GERMINACION ESTAN- DAR (GE) Y SEMILLAS DURAS (SD) EN <i>Leucaena</i> <i>leucocephala</i> POR EFECTO COMBINADO DE TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (T DE A) Y TIEMPO DE IN- MERSION (T DE I) EN ACIDO SULFURICO.....	84
4.28	COMPARACION DE MEDIAS DE EMERGENCIA (E) Y VIABILIDAD (VB) EN <i>Leucaena leucocephala</i> PARA TIEMPO DE INMERSION ACIDO SULFURICO (SEMILLA INICIAL, LOTE UNO).....	86
4.29	COMPARACION DE MEDIAS DE EMERGENCIA (E) Y VIABILIDAD (VB) EN <i>Leucaena leucocephala</i> PARA TIEMPO DE INMERSION EN ACIDO SULFURICO EN SEMILLA DE SEIS Y DOCE MESES DE ALMACEN.	87
4.30	COMPARACION DE MEDIAS DE EMERGENCIA (E) Y VIABILIDAD (VB) EN <i>Leucaena leucocephala</i> POR EFECTO COMBINADO DE TIEMPO DE ALMACENA- MIENTO (T DE A) Y TIEMPO DE INMERSION (T DE I) EN ACIDO SULFURICO.....	89

4.31	COMPARACION DE MEDIAS DE GERMINACION ESTAN- DAR (GE) Y SEMILLAS DURAS (SD) EN <i>Leucaena</i> <i>leucocephala</i> PARA TIEMPO DE INMERSION EN A- GUA CALIENTE (SEMILLA INICIAL, LOTE UNO)...	90
4.32	COMPARACION DE MEDIAS DE GERMINACION ESTAN- DAR (GE) Y SEMILLAS DURAS (SD) EN <i>Leucaena</i> <i>leucocephala</i> PARA TIEMPO DE INMERSION EN A- GUA CALIENTE EN SEMILLA A SEIS Y A DOCE ME- SES DE ALMACENAMIENTO.....	92
4.33	COMPARACION DE MEDIAS DE GERMINACION ESTAN- DAR (GE) Y SEMILLAS DURAS (SD) EN <i>Leucaena</i> <i>leucocephala</i> POR EFECTO COMBINADO DE TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (T DE A) Y TIEMPO DE IN- MERSION (T DE I) EN AGUA CALIENTE.....	93
4.34	COMPARACION DE MEDIAS DE EMERGENCIA (E) Y Y VIABILIDAD (VB) EN <i>Leucaena leucocephala</i> PARA TIEMPO DE INMERSION EN AGUA CALIENTE (SEMILLA INICIAL, LOTE UNO).....	94
4.35	COMPARACION DE MEDIAS DE EMERGENCIA (E) Y VIABILIDAD (VB) EN <i>Leucaena leucocephala</i> PARA TIEMPO DE INMERSION EN AGUA CALIENTE EN SEMILLA DE SEIS Y DOCE MESES DE ALMACEN.	96
4.36	COMPARACION DE MEDIAS DE EMERGENCIA (E) Y VIABILIDAD (VB) EN <i>Leucaena leucocephala</i> POR EFECTO COMBINADO DE TIEMPO DE ALMACENA- MIENTO (T DE A) Y TIEMPO DE INMERSION (T DE I) EN AGUA CALIENTE.....	97
4.37	COMPARACION DE MEDIAS DE GERMINACION ESTAN- DAR (GE) Y SEMILLAS DURAS (SD) EN <i>Macropti-</i> <i>lium atropurpureum</i> PARA TIEMPO INMERSION EN ACIDO SULFURICO (SEMILLA INICIAL, LOTE UNO)	100
4.38	COMPARACION DE MEDIAS DE GERMINACION ESTAN- DAR (GE) Y SEMILLAS DURAS (SD) EN <i>Macropti-</i> <i>lium atropurpureum</i> PARA TIEMPO INMERSION EN ACIDO SULFURICO EN SEMILLA DE SEIS Y DOCE DOCE DE ALMACENAMIENTO.....	101
4.39	COMPARACION DE MEDIAS DE GERMINACION ESTAN- DAR (GE) Y SEMILLAS DURAS (SD) EN <i>Macropti-</i> <i>lium atropurpureum</i> POR EFECTO COMBINADO DE TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (T DE A) Y TIEMPO DE INMERSION (T DE I) EN ACIDO SULFURICO...	102
4.40	COMPARACION DE MEDIAS DE EMERGENCIA (E) Y VIABILIDAD (VB) EN <i>Macroptilium atropurpu-</i>	

	<i>reum</i> PARA TIEMPO DE INMERSION EN ACIDO SULFURICO (SEMILLA INICIAL, LOTE UNO).....	103
4.41	COMPARACION DE MEDIAS DE EMERGENCIA (E) Y VIABILIDAD (VB) EN <i>Macroptilium atropurpureum</i> PARA TIEMPO DE INMERSION EN ACIDO SULFURICO EN SEMILLA DE SEIS Y DOCE MESES DE ALMACENAMIENTO.....	105
4.42	COMPARACION DE MEDIAS DE EMERGENCIA (E) Y VIABILIDAD (VB) EN <i>Macroptilium atropurpureum</i> POR EFECTO COMBINADO DE TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (T DE A) Y TIEMPO DE INMERSION (T DE I) EN ACIDO SULFURICO.....	106
4.43	COMPARACION DE MEDIAS DE GERMINACION ESTANDAR (GE) Y SEMILLAS DURAS (SD) EN <i>Macroptilium atropurpureum</i> PARA TIEMPO DE INMERSION EN AGUA CALIENTE (SEMILLA INICIAL, LOTE UNO).....	107
4.44	COMPARACION DE MEDIAS DE GERMINACION ESTANDAR (GE) Y SEMILLAS DURAS (SD) EN <i>Macroptilium atropurpureum</i> PARA TIEMPO DE INMERSION EN AGUA CALIENTE EN SEMILLA DE SEIS Y DOCE MESES DE ALMACENAMIENTO.....	109
4.45	COMPARACION DE MEDIAS DE GERMINACION ESTANDAR (GE) Y SEMILLAS DURAS (SD) EN <i>Macroptilium atropurpureum</i> POR EFECTO COMBINADO DE TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (T DE A) Y TIEMPO DE INMERSION (T DE I) EN AGUA CALIENTE.....	111
4.46	COMPARACION DE MEDIAS DE EMERGENCIA (E) Y VIABILIDAD (VB) EN <i>Macroptilium atropurpureum</i> PARA TIEMPO DE INMERSION EN AGUA CALIENTE (SEMILLA INICIAL, LOTE UNO).....	112
4.47	COMPARACION DE MEDIAS DE EMERGENCIA (E) Y VIABILIDAD (VB) EN <i>Macroptilium atropurpureum</i> PARA TIEMPO DE INMERSION EN AGUA CALIENTE EN SEMILLA DE SEIS Y DOCE MESES DE ALMACENAMIENTO.....	114
4.48	COMPARACION DE MEDIAS DE EMERGENCIA (E) Y VIABILIDAD (VB) EN <i>Macroptilium atropurpureum</i> POR EFECTO COMBINADO DE TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (T DE A) Y TIEMPO DE INMERSION (T DE I) CALIENTE.....	115

INTRODUCCION

Las leguminosas forrajeras tropicales, se usan para proveer altos contenidos de proteína a la dieta en la alimentación de ganado, para incrementar la fertilidad del suelo al ser incorporadas o mediante su explotación y para la fijación biológica de nitrógeno atmosférico en la tierra.

Lo anterior, es importante en las áreas ganaderas, donde por el uso consecutivo del suelo por las gramíneas forrajeras, se ha llegado a un déficit de la fertilidad del suelo, principalmente de nitrógeno, lo cual acontece severamente hoy en día en la región de la península de Yucatán.

Por lo tanto, para estabilizar la productividad ganadera regional, es relevante disponer de especies adaptadas y persistentes a las condiciones edafo-climáticas y que contribuyan a mejorar el valor nutritivo de la ingesta de los animales.

En este sentido, estudios agronómicos recientes hechos por Valenzuela et al. (1989), indicaron el potencial

de varias leguminosas forrajeras susceptibles de incorporarse en la productividad pecuaria regional, entre estas se encuentran los géneros *Centrosema*, *Clitoria*, *Leucaena* y *Macroptilium*.

Algunas de las severas limitantes para la multiplicación y difusión de estas especies, lo constituye, la falta de programas regionales de producción de semillas y la poca información sobre la calidad fisiológica de estas simientes.

En relación a esto último, la semilla recién cosechada de estas especies, no germina cuando es sembrada en condiciones favorables de suelo, temperatura y humedad, caracterizándose así por presentar latencia, principalmente al momento de la cosecha y algunos meses subsiguientes, esto ocurre, debido a que la testa o cubierta de la semilla presenta impermeabilidad al agua. Por lo cual, se les conoce como semillas duras, ocasionando que estas no imbiban y por ello, no se activa el proceso germinativo.

La latencia en estas semillas, ha traído como consecuencia, durante el establecimiento del cultivo, una emergencia heterogénea e irregular y ha creado además dificultad en el análisis de su calidad; ya que no es posible obtener información sobre la germinación actual de lotes de semilla, puesto que la ocurrencia de plántulas no

se da cabalmente, a pesar de la viabilidad alta al momento de la cosecha.

Aunado a lo anterior, existe la necesidad de un periodo largo de almacenamiento, para que la semilla pueda germinar, lo que afecta el ciclo de siembra normal en una región.

Para corregir todo lo anterior, se puede hacer uso de tratamientos a la semilla con el fin de superar la impermeabilidad. Dentro de los tratamientos que han mostrado ser efectivos en este tipo de latencia, esta la escarificación, que es una práctica que adelgaza, raspa, agrieta, rompe y disuelve la testa o cubierta de la semilla y con esto se facilita la imbibición de agua por la semilla y puede regularizarse el proceso germinativo en cierta medida.

Con la intención de subsanar, las limitantes arriba mencionados, se plantearon en este ensayo, los siguientes objetivos.

Objetivos

Determinar el efecto de la escarificación con Acido Sulfurico concentrado sobre el rompimiento de la dureza de

semilla de cuatro leguminosas forrajeras tropicales.

Determinar la efectividad del tratamiento con Agua Caliente sobre la dureza de estas semillas.

Cuantificar el efecto que presenta el periodo de almacenamiento de la semilla en la aplicación de estos tratamientos de escarificación.

Hipótesis

La latencia en las cuatro especies forrajeras se encuentra asociada únicamente con la impermeabilidad de la cubierta.

Algún nivel de escarificación con Acido Sulfurico concentrado o Agua Caliente implicará el rompimiento de la latencia.

Existen fluctuaciones en el grado de dureza de la semilla de acuerdo al tiempo de almacenamiento, lo cual repercute en la aplicación de los tratamientos.

REVISION DE LITERATURA

Concepto de Latencia

La latencia es un término difícil de definir, debido a que se le ha relacionado a muchos fenómenos en diferente tiempo y espacio y que involucra al reino animal, vegetal y a microorganismos como hongos y bacterias. Esto hace que actualmente, el término se use con cierta ambigüedad (Amen, 1968).

De esta manera, algunos autores han usado diferentes palabras que consideran como sinónimo de latencia. Aplicado a semillas, Pollack y Vivian (1986), usan los términos obstaculizadas, bloqueadas, en reposo y en condiciones inactivadas, para dar a entender que la semilla se encuentra en latencia.

Asimismo, Jiménez (1984b), usa la palabra letargo y dormancia como sinónimo de latencia; mientras que Hartmann et al. (1990), hacen diferenciación, aclarando que el término letargo involucra aspectos menos restringidos que latencia; como la falta de crecimiento de cualquier parte de una planta, resultante de factores inducidos interna o

externamente. La semilla en este caso, puede absorber agua y tener condiciones favorables, pero no germinar. Mencionan también, que la latencia se restringe a condiciones internas de la semilla que impiden la germinación.

Sin embargo, algunos autores (Villiers, 1975; Copeland y McDonal 1985; Delouche 1964; Amen 1963; Iran y Cavanagh 1984 y Germond 1978) coinciden en definir la latencia de la semilla, como la no germinación de semillas viables, cuando se encuentran en un medio natural o artificial que proporciona condiciones favorables de luz, humedad, aire y temperatura.

El término, no se debe confundir con quiescencia, puesto que en este caso, la semilla se encuentra inhibida por una condición ambiental desfavorable (por ejemplo: restringidas condiciones de humedad).

No obstante, al problema de latencia, se le han atribuido algunas ventajas, puesto que esta se adquirió en las especies a través del proceso evolutivo de la población, ante la necesidad de sobrevivir y perpetuar la especie bajo condiciones muy fluctuantes de clima.

De esta manera, parte de la población de semillas, puede evadir periodos estresantes, como sequías prolongadas, inundaciones, heladas, fuegos no controlados, plagas,

enfermedades, etc. Puesto que, una semilla latente, conserva la viabilidad aun bajo condiciones adversas de ambiente, además, distribuye la germinación en un buen lapso de tiempo, evadiendo de esta forma el frío invernal, los periodos de lluvia y sequía de los trópicos y la extrema aridez de los desiertos (Delouche, 1964).

Una ventaja, más de la semilla latente, es que evita la viviparidad, es decir la semilla no germinará en el campo, si se presentan condiciones adecuadas de humedad (Bernal, 1976), evitando así la germinación espontánea antes de la cosecha.

Sin embargo, para propósitos de siembra y establecimiento del cultivo, la latencia trae implícitas ciertas desventajas, puesto que se desconoce la calidad fisiológica de la semilla, al no obtenerse el por ciento de plántulas normales en lotes de semillas, cuando se ensayan para germinación en la prueba estándar.

En este sentido, algunos autores (Bernal (1976), Norman (1960), Tran y Cavanagh (1984) y Delouche (1964) han descrito las desventajas de la semilla latente, bajo lo siguiente:

El grado de latencia varía dentro del lote de semillas lo que crea dificultades en el ensayo de

emergencia, debido a que cada semilla ha tenido un historial diferente, lo que ocasiona diferente intensidad de latencia, asimismo, el establecimiento del cultivo no es uniforme, lo cual crea dificultades en la aplicación de prácticas agronómicas. Además contribuye a la longevidad de malezas y presencia de plantas espontáneas, incrementando así los esfuerzos de desmezcles.

Dificulta la programación de siembras, puesto que si la época de siembra se aproxima y la semilla aún se encuentra latente existe interferencia con el establecimiento del cultivo, creando además la necesidad de efectuar resiembras.

En si, la latencia, es un problema en el manejo de pastizales, control de malezas, floricultura, explotación de viveros, así como en ciertos aspectos forestales.

Clasificación de Latencia

A través del tiempo han surgido varias clasificaciones, lo cual ha dado a teorías, hipótesis y modelos de los principios que inducen latencia.

Khan (1977), enuncia que la clasificación ha surgido de las siguientes observaciones: La barrera que ofrece la cubierta o testa de la semilla. La presencia o ausencia de

inhibidores, sobre lo cual, Pollock y Vivian (1986), reportan que se han identificado más de 120 sustancias químicas que actúan como inhibidores de la germinación. Asimismo, estas observaciones incluyen cambios en el contenido de hormonas, en los que se encuentran involucradas principalmente, las giberelinas, citocininas y diferentes inhibidores, como el ácido abscísico, compuestos fenólicos, coumarina, etc. Siendo otras observaciones, también, la forma activa versus la forma inactiva del fitocromo. Los cambios en las vías oxidativas, y los cambios moleculares.

Otra clasificación de latencia, es mencionada por Copeland y McDonald (1985), como latencia primaria y secundaria. Para dichos autores, la primera es la más generalizada y está asociada a la dureza de la cubierta, la impermeabilidad a gases y agua y a la presencia de inhibidores. También consideran, que la latencia primaria puede ser exógena, si se debe a las propiedades de la cubierta o endógena si se presente a causa del embrión.

La latencia secundaria, de acuerdo a Bernal (1976), se presenta espontáneamente en algunas especies, debido a cambios fisiológicos y bioquímicos. Algunas veces se induce si se proporciona a las semillas todas las condiciones, excepto una (por ejemplo, si no se le suministra luz a especies que lo requieren, aunque las otras condiciones le sean favorables). En especies forrajeras, las temperaturas

demasiado altas o muy bajas para la germinación inducen latencia secundaria, igual que la baja presión de oxígeno y la alta presión de bióxido de carbono.

Otra clasificación es dada por Amen (1968), involucrando cuatro fases: La inductiva, de mantenimiento, de desactivación (manifestada por un período de sensibilidad a un ambiente específico o a condiciones fotoquímicas, termoquímicas, renovación de inhibidores, etc.) y la última fase es de aptitud para la germinación.

Otros autores, clasifican la latencia como innata (la cual puede ser primaria, natural, inherente y endógena) e inducida (sinónimo de latencia secundaria), la cual es impuesta por limitación ambiental.

Por lo general, la mayoría de los autores (Villiers 1975; Delouche 1964; Hartmann et al. 1990; Ramirez et al. 1988; Jiménez 1984b; Bradbeer 1988 y Mayer y Poljakoff 1975), clasifican la latencia de acuerdo a la forma o mecanismo que la ocasiona. De esta manera se han enunciado los siguientes tipos:

Semillas impermeables al agua. En este caso, las capas exteriores de la semilla impiden la penetración del agua, puede haber sustancias hidrofóbicas en la cubierta, estas semillas se conocen como semillas duras (no imbiben

cuando están dentro de agua). Esto es una característica principal en leguminosas forrajeras tropicales, en malezas y arbustos. En este caso el embrión no se encuentra latente. La impermeabilidad no necesariamente está en la testa, se puede encontrar en el pericarpio, perispermo y endospermo y aún en otras estructuras reguladoras del intercambio de humedad, como el hilum y/o estrofiolo.

Semillas impermeables al aire. Es la imposibilidad de las capas extraembrionarias para el intercambio gaseoso. En zacates forrajeros y otras gramíneas, las membranas del pericarpio, cubierta, paredes celulares, restringen el intercambio de oxígeno, evitando así la germinación. En este caso el embrión no se encuentra latente.

Latencia mecánica. En las semillas que la presentan, las cubiertas son demasiado gruesas o fuertes que impiden o restringen la expansión del embrión durante el proceso germinativo, aquí, la semilla puede permitir el acceso al agua, sin embargo, la germinación no llega a ocurrir, así como el intercambio de oxígeno. Este tipo es menos frecuente.

Latencia morfológica. La que puede ser por embrión rudimentario o por embrión inmaduro. En el primer caso, es apenas un proembrión, es muy pequeño y no presenta estructuras bien definidas. Puede ser ocasionado por

inhibidores en el endospermo, como consiguiente, no hay diferenciación y desarrollo cabal. En el segundo caso, el embrión es más grande que el anterior, pero no ha madurado lo suficiente, se puede encontrar en estado de torpedo y no llena completamente la cavidad de la semilla.

Semillas fotoblásticas. Son las que requieren condiciones especiales de intensidad, duración y calidad de luz para germinar, que cuando no se les proporciona, la germinación es impedida.

Latencia del embrión. Puede estar ubicada totalmente o únicamente en alguna parte de él, por ejemplo, en epicótilo, hipocótilo y radícula, y puede ser ocasionada por inhibidores químicos. Se encuentra más generalizada en árboles de clima frío y plantas ornamentales; también existe en zonas templadas, en donde en forma natural, las especies invernan y germinan en primavera. La acción de lo anterior, no está bien entendida, parece ser que las bajas temperaturas promueven la formación de giberelinas, indispensables en la germinación.

Combinación de dos o más mecanismos. En este caso la latencia puede ser de la cubierta o del embrión (o alguna parte de él), primero se debe de inhibir la impermeabilidad y después promover al embrión, se puede usar la estratificación. Se presenta en áreas con inviernos fríos,

principalmente en árboles y arbustos.

Amen (1968), en atención a la composición química de la semilla, las clasifica en albuminosas y no albuminosas, indica que en las primeras, la latencia se encuentra influenciada por inhibidores de la germinación mediante bloqueo hormonal, el cual regula la hidrólisis de los almidones y proteínas en el endospermo. En semillas no albuminosas, cuando la latencia existe, es debido por lo general, a impermeabilidad o dureza de las cubiertas.

Métodos para superar la Latencia.

Algunos autores, como Roberts (1972); Delouche (1964); Maguire (1976); Jiménez (1984b); Bernal (1976); Copeland y McDonald (1985); Stidhan et al. (1980) e ISTA (1985), han descrito tratamientos para vencer la latencia:

La escarificación mecánica es usada en semillas duras y/o impermeables, con el objetivo de alterar la integridad física del pericarpio, o de la cubierta con la consiguiente absorción de agua y oxígeno, removiendo asimismo, la restricción mecánica. El método consiste en refregar, dañar o frotar las semillas con superficies abrasivas, como lija, piedra, carbonato de silicio, etc. Asimismo, la semilla puede ser golpeada con martillo, taladro o dentro de una revolvedora utilizada para arena y

grava. El tiempo de escarificación es variable para cada especie, lo cual depende del grosor y resistencia de la cubierta. El exceso de escarificado daña la semilla reduciendo el poder germinativo. La escarificación mecánica, se ha desarrollado en escala comercial en semillas de *Medicago*, *Melilotos*, *Leucaena*, *Bactisia*, *Centrosema*, *Calopogonium*, *Desmodium*, *Glycine*, *Stylosanthes* y *Pueraria*.

Khan (1977), informa, que al escarificar la semilla puede haber otros cambios, como por ejemplo, el incremento de la sensibilidad a la luz y temperatura, asimismo, la permeabilidad a gases, los cuales pueden tener un significado en el metabolismo y como consecuencia en la germinación.

La Escarificación química, es usada igualmente para el tratamiento de semillas duras. Generalmente se usa ácido sulfúrico. La semilla se remoja en una solución concentrada por periodos de tiempo que varían para cada especie, de pocos minutos, hasta varias horas. En gramíneas forrajeras, el ácido disuelve la lemma y la pálea del cariósido y además agrieta, debilita y adelgaza los tegumentos, disminuyendo la impermeabilidad. El tiempo óptimo de escarificación, es importante determinarlo para cada especie, para evitar daños al embrión. Copeland y McDonald (1985), indican que actualmente, además del ácido, se han usado enzimas como celulosa y pectinasa, que

alteran la cubierta y permeabilizan la semilla. El alcohol y la acetona se han utilizado para disolver componentes insolubles en agua.

Por otro lado, la Escarificación con agua es también una de las técnicas más ampliamente usadas; consiste en sumergir la semilla en agua durante cierto tiempo, para acelerar el proceso de imbibición o para mejorar las características de la cubierta. Este método, también puede lixiviar inhibidores químicos. El agua puede ser caliente o a temperatura ambiental. A punto de ebullición se usa en leguminosas forrajeras tropicales con testa dura.

Las semillas recién cosechadas de algunas plantas forrajeras, cereales y hortalizas, pueden perder la latencia de postcosecha, si se dejan secar por algunas semanas antes de su germinación. El presecado puede hacerse en una cámara seca a 40°C, con libre circulación de aire por una semana. Roberts (1972), señala que el secado también puede ser por ondas electromagnéticas o por fluctuaciones de temperatura en el campo. La temperatura de secado y el tiempo de exposición varían con la especie, siendo común temperaturas de 38°C a 45°C.

Las semillas con requerimiento de frío deben ser puestas en un sustrato húmedo, a una temperatura de 5 a 10°C durante tiempo variable, antes de ser puestas en el ensayo

de germinación. La provisión de frío favorecerá el balance adecuado de inhibidores-promotores de la germinación, permitiendo así, la reanudación del crecimiento del embrión.

El uso de hormonas y otros compuestos, como el ácido giberélico, ácido abscísico, citocininas, etileno, nitrato de potasio, hipoclorito de sodio y cloroformo, pueden promover también la germinación.

El ácido giberélico, se usa para latencia fisiológica ocasionada por requerimientos de luz y temperatura. Este actúa en la inducción de enzimas de los cromosomas; también activa enzimas que intervienen en la movilización de las reservas. El ácido abscísico, contrarresta el efecto de las giberelinas. Las citocininas, cuyos productos comerciales son la benciladenina, cinetina, tiourea y difenilurea, contrarrestan al ácido abscísico dejando funcionar a la giberelina. El etileno es de ocurrencia natural, promueve la germinación. El nitrato de potasio, se usa por lo general en zacates de clima templado, aunque no se conoce bien su acción.

Otro tipo de semillas con requerimientos también de frío, como el caso de especies que crecen en climas templados, son puestas entre un sustrato húmedo, como suelo, arena, vermiculita, etc. a $2-5^{\circ}\text{C}$ por 20 días o más. El método ha sido efectivo en árboles y malezas que crecen a

elevaciones mayores de 1200 metros.

Semillas Duras o Impermeables

Las semillas duras o impermeables son aquellas que no imbiben cuando se encuentran en un sustrato húmedo. Por lo general, es una característica de leguminosas forrajeras, Malvaceas y algunas otras especies, principalmente de árboles. La impermeabilidad se debe a la acumulación de sustancias hidrofóbicas en la cubierta, como cutina, lignina, pectina, suberina, calosa, hemicelulosa (Tran y Cavanagh 1984). Estas sustancias, forman capas de células conocidas como de empalizada o macroesclereidas, que aíslan el entorno con la semilla.

La impermeabilidad o dureza de la semilla es variable, puede ser modificada o alterada por la especie, el cultivar, las condiciones ambientales durante la maduración de la semilla y las condiciones de almacenamiento (Hartmann et al. 1990).

Asimismo, el grado de impermeabilidad de la testa se encuentra relacionado con la humedad de la semilla y el genotipo. Las semillas pequeñas de leguminosas, se vuelven impermeables en los últimos estados de maduración. En estados tempranos de desarrollo, el agua se pierde de la epidermis de la semilla, sin embargo, cuando el contenido de

agua se encuentra cerca de 25 por ciento, la pérdida de agua en la epidermis empieza a decrecer, hasta que a 14 por ciento de humedad, ya no pasa a través de la epidermis. A menos de 14 por ciento de agua, solamente hay evaporación a través de la fisura del hilio, que actúa como una válvula higroscópica. La fisura hilar, puede abrirse cuando el aire del alrededor es seco y cerrarse rápidamente cuando la humedad del ambiente es alta (Roberts (1972) y Hartmann et al. (1990)).

Las condiciones de temperatura y humedad imperantes en el campo durante la maduración de la semilla, tienen efecto en el grado de la impermeabilidad de la semilla. Puesto que temperaturas altas durante la maduración, incrementa la dureza y esto según Hartmann et al. (1990), se debe a la contracción de las células de la capa de empalizada, conforme la semilla se seca más.

Sin embargo, en este aspecto Roberts (1972), reconoce que no se ha dilucidado, si la intensidad de la impermeabilidad se debe a un proceso mecánico (cierre de las células de la testa conforme la semilla madura), o a efectos químicos (impregnación de sustancias hidrofóbicas en las paredes de la cubierta). Es posible, que exista una combinación de ambos y esto puede diferir entre especies.

Además, la dureza de la semilla puede ser afectada por los factores nutricionales, en Trébol variedad *Crispion*, altos niveles de calcio, promovieron impermeabilidad. En esta especie, aunque la formación de las cubiertas duras es hereditaria, pueden ser inducidas por condiciones ambientales (Bewley y Black 1982).

Escarificación con ácido sulfúrico

En la literatura, el uso de ácido sulfúrico, ha sido más popular que el agua caliente en la escarificación de semillas forrajeras tanto de gramíneas como de leguminosas, esto, tal vez atribuido a que el primero provoca menos estrés que el segundo y con esto se obtienen mejores beneficios.

En este sentido, Whiteman y Mendra (1982), realizó un ensayo con semilla nueva y de 10 meses de edad en la semilla del pasto *Brachiaria decumbens*, dio tratamientos de escarificación (minutos) de 0, 5, 10, 15 y 20 minutos en ácido sulfúrico. Sus resultados indican, que las aplicaciones de ácido en semilla nueva no incrementaron la germinación; sin embargo, sí encontró un aumento sustancial en semilla de 10 meses, al usar 20 minutos de escarificación con ácido.

Otros estudios en la misma especie (*Brachiaria*

decumbens), fueron hechos por Ramos y Romero (1986), sin indicar la edad de la semilla, sus resultados reportan incrementos en relación al testigo, el uso de la escarificación de 2.5 hasta 20 minutos fue igual en la germinación y peso seco de plántula.

Por la relevancia que presenta *Brachiaria decumbens* como forrajera tropical, ha sido motivo de varios estudios, Johnston y Harty (1981), indican que la germinación es estimulada con ácido sulfúrico concentrado sumergiendo por 13 minutos y posterior lavado con agua durante dos minutos.

Otra pastura tropical en la cual se ha generado información sobre el rompimiento de la latencia, ha sido *Centrosema pubescens*, pues Jiménez (1984a), encontró que la concentración de ácido sulfúrico puede influir en la germinación de la semilla, usando cuatro concentraciones (20, 40, 60 y 80 por ciento), encontró que este último fue benéfico en esta especie.

Igualmente en *Centrosema* sp. Burbano (1990), encontró que la aplicación de ácido es útil, ya que permitió aumentar de 30 hasta 80 por ciento la germinación. El mismo autor, recomienda que la semilla escarificada de *Centrosema* no se debe guardar por más de cinco meses, pues ahí empieza a declinar la calidad, a menos que se tengan condiciones muy

favorables de almacenamiento.

Asimismo, lo anterior es corroborado en la misma especie por Mayer y Poljakoff (1975), al encontrar en *Centrosema pubescens* un incremento de 30 a 70 por ciento para la semilla no tratada y tratada con ácido, respectivamente.

Siguiendo la línea de pastos tropicales, Jiménez (1984b), reporta en *Neonotoma wightii*, germinaciones de 1.5, 2.1, 1.9, 6.1, 31.5 por ciento, con el uso de diferentes concentraciones de ácido sulfúrico (Testigo, 20, 40, 60 y 80 por ciento, respectivamente) aquí se observa un incremento en los porcentajes conforme la concentración aumentó, probablemente el ácido sulfúrico concentrado fuese más eficiente en este caso. El mismo autor, recomienda para *Panicum coloratum* ácido sulfúrico concentrado durante 15 minutos.

Igualmente, Liu y Fretz (1981), usaron la escarificación con ácido sulfúrico en pastos *Kentucky* y *Honeylocust* y observaron que la inmersión durante 150 minutos dio 99 y 90 por ciento, para ambas especies, respectivamente.

Asimismo, el ácido sulfúrico es útil en otras especies. Vora (1989), condujo un experimento para

incrementar la germinación en 24 especies de arbustos nativos del sureste de Texas. Observó que el ácido sulfúrico incrementó significativamente la emergencia en siete especies (*Acacia smallii*, *A. schafneri*, *Pithecellobium flexicaule*, *P. pallens*, *Leucaena pulverulenta*, *Parkinsonia aculeata* y *Sapindus trummodii*).

Otros autores que han observado el efecto del ácido sulfúrico fueron Somarriba y Ferreiro (1984) y Garcia (1986). Los primeros, notaron en la semilla de *Enterolobium cyclocarpum* un incremento de nueve hasta 87 por ciento de germinación con ácido sulfúrico, mientras que el agua caliente lo hizo hasta 83 por ciento. El segundo autor, observó, que el ácido no provocó resultados favorables en *Pinus cembroides*, *P. maximartinezii* y *P. ayacahuite*. Sin embargo, el agua caliente afectó severamente a *P. cembroides* siendo el agua fría más adecuada, la cual es recomendable por 24 y 48 horas para *P. cembroides*, *P. maximartinezii* y *P. ayacahuite*.

La escarificación con ácido sulfúrico, puede ser afectada por la edad de la semilla y por la especie que se trate, en este contexto, Garwood (1986), estudió 39 especies de Panamá y Costa Rica, y observó que seis especies fueron estimuladas y en 14 afectó su germinación y además hubo efecto por tiempo de almacenamiento.

Escarificación con agua caliente.

El uso de la escarificación con agua caliente resulta ser práctico, funcional y económico para algunas especies que presentan impermeabilidad de cubierta, sin embargo su uso se encuentra restringido para aquellas semillas que la toleran con facilidad. Tal es el caso de *Leucaena*, donde Oakes (1984), observó en dos variedades, la K-8 y K-67, el efecto de la temperatura y varios tiempos de inmersión. Este autor indica, que la temperatura del agua tuvo más efecto que el tiempo de inmersión; ya que los tratamientos de 80°C por dos y cinco minutos y el de 100°C durante dos y cinco segundos fueron los más efectivos. Señala también como ventaja que este tratamiento se puede realizar en pequeñas o grandes cantidades y con mínimos riesgos y poco equipo.

En la misma especie de *Leucaena*, en las variedades (Peruana, Cubana y Regional), Quero et al. (1986), evaluaron como método de escarificación el agua a 80°C durante 10 minutos de remojo y encontraron un incremento significativo en la germinación en las tres variedades. Estos autores concluyen que la práctica de escarificación en estos cultivos es necesaria previo a la siembra, ya que también aceleró el crecimiento del embrión.

Asimismo, Mott y McKean (1979), en cuatro leguminosas forrajeras tropicales (*Stylosanthes humilis*, *S. hamata*, *S. cabra* y *S. viscosa*), evaluaron nueve tratamientos de agua caliente con el objetivo de inhibir la presencia de semillas duras y encontraron el que mejor tratamiento fue de 85°C por una a dos horas, seguidos de enfriamiento a temperatura ambiente.

Con el mismo objetivo, Holm (1973), expuso semillas de *S. humilis* con y sin vaina a diferentes intervalos de temperatura y tiempo (comprendidas entre 40 y 115°C y doce y 48 horas) y observó que las temperaturas solas de 75-95°C, disminuyeron marcadamente la presencia de semillas duras. La temperatura seca de 115°C, mató todas las semillas.

Igualmente en semillas de forrajeras tropicales con impermeabilidad de cubierta (*Centrosema pubescens* y *Pueraria phaseoloides*), Jiménez (1984a), logró incrementar la germinación de 26 a 37 por ciento, cuando expuso las semillas de *Centrosema* a un minuto de remojo en agua a ebullición. Para el caso de *Pueraria*, las germinaciones fueron de 70 por ciento para el testigo y 89 por ciento para el tratamiento de tres minutos de remojo.

Sin embargo, el beneficio del agua no siempre funciona en semillas impermeables, puesto que en *Acacia* sp. no hubo respuesta con el uso de agua a 72°C y 92°C

durante tres y seis minutos, ya que esto no eliminó la dureza sin matar las semillas, pero el uso de ácido sulfúrico concentrado durante 60 y 75 minutos produjeron más del 80 por ciento de germinación (Camacho et al. 1991).

El uso del agua, a la vez que permeabiliza la semilla, es útil también como solvente de sustancias inhibitoras de la germinación, en el caso de *Beta vulgaris*, Nelson et al (1984), usaron niveles de remojo desde un medio hasta 16 días y observaron emergencias de 75 por ciento a los siete días, alcanzando el tratamiento testigo apenas 34 por ciento.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del Experimento

El ensayo se condujo en el Laboratorio de Semillas e invernaderos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Material Experimental

Se usó semilla de cuatro leguminosas forrajeras tropicales provenientes de la región tropical del sureste de México, que fueron: *Centrosema brasilianum* cv. "Centro", *Clitoria ternatea* cv. "Tehuana", *Leucaena leucocephala* cv. "Huaxin", y *Macroptilium atropurpureum* cv. "Siratro".

El género *Centrosema*, se encuentra nativo ampliamente en el sureste de México y en Centro América. Su potencial es para la producción de forraje, las pruebas agronómicas realizadas con esta especie, indican persistencia y productividad en las áreas de bosque tropical, aunque actualmente esta especie no se ha difundido, debido a la falta de programas regionales de producción de semillas y a lo reciente de su introducción y estudio en la zona, asimismo,

los campos experimentales aún generan partes del paquete tecnológico para optimizar su manejo (INIFAP, 1990).

Clitoria ternatea, es originaria de Asia, y también se le encuentra silvestre en Tabasco y Veracruz. Es una planta forrajera herbácea, con potencial forrajero como banco de proteína para los rumiantes, su establecimiento es rápido y su floración precoz. Posee buen valor nutritivo, esto la hace susceptible como fuente de alimento. Se le conoce como Cuhna (Brasil), Conchita azul (Cuba y Puerto Rico), Zapatito de la reina (Venezuela) y Chicharo azul (Inglaterra). Su producción de semilla es abundante, pero de madurez desuniforme, Sus semillas no germinan con facilidad debido al fenómeno de latencia (INIFAP, 1990).

La *Leucaena*, se encuentra ampliamente distribuida en la península de Yucatán, es persistente y de alto valor nutritivo el cual crece en forma de arbusto perenne. En el trópico ha demostrado cualidades forrajeras, es considerada como una de las especies más importantes para ramoneo. En las regiones tropicales sin problemas de acidez, ha demostrado buenos rendimientos en la producción de carne y de leche, aun en pleno período seco se logran aumentos con dos horas de pastoreo en un sistema de banco de proteína. Aunque su rendimiento de forraje es bueno, presenta durante el establecimiento invasión de malezas y una frecuencia alta de semillas duras o impermeables. La corrección de estos dos

últimos factores involucraría mejores establecimientos, lo cual también fomentaría su disseminación, pues actualmente, en la región, su uso es muy restringido (INIFAP, 1990).

Macroptilium atropurpureum es una leguminosa herbácea forrajera perenne, de hábito de crecimiento postrado, se encuentra distribuida ampliamente en la zona tropical del sureste de México. Su potencial es de producción de forraje. Tiene la raíz principal profunda y engrozada que le sirve como reserva de nutrientes. Se establece bajo un amplio rango de condiciones, con buen vigor, tolera la sequía y las plántulas tienen buena capacidad para competir por nutrientes. La reproducción es autógena, de la modalidad de cleistogamia, es decir, la fecundación ocurre sin que se exponga el polen al ambiente. Aunque su producción de forraje es persistente, la producción de semillas no es homogénea y de muy baja germinación después de cosechadas, debido a que no imbiben con facilidad por ser impermeables al agua (INIFAP, 1990).

Manejo de lotes y semilla

La semilla utilizada provino de pequeñas parcelas donde las especies se multiplicaron para fines de investigación, después de la madurez fisiológica la semilla se cosechó manualmente y completó su secado natural al sol durante 2-3 días, quedando listas para el estudio.

La semilla de *Centrosema brasilianum*, provino del Campo Experimental de Juchitán, Oaxaca. Se cosechó en un lote de semillas manejado bajo condición de temporal en el invierno de 1991, de ahí se condujo al lugar donde se realizó el trabajo experimental y se almacenó en bolsas de polietileno a temperatura ambiente, durante el periodo que duró el experimento. De ese mismo lote se hicieron las evaluaciones en tres fechas durante el periodo de almacenamiento que fue de 12 meses.

La semilla de *Clitoria ternatea*, tuvo la misma procedencia y manejo de *Centrosema* con la diferencia de que en esta especie, la Semilla Inicial o de reciente cosecha y a seis meses de almacenamiento perteneció al mismo lote de producción, no así, la semilla a 12 meses de almacenamiento que provino de lote diferente.

La semilla de *Leucaena* provino de pequeños lotes de multiplicación manejados bajo condiciones de temporal en la localidad de Valladolid, Yucatán. La semilla a seis y a doce meses de almacén pertenecieron al mismo lote mientras que la Semilla Inicial o de reciente cosecha provino de otro lote de producción.

La semilla de *Macroptilium atropurpureum*, fue producida en lotes de multiplicación, también bajo condiciones de temporal, pero en Tizimin, Yucatán. Asimismo,

la Semilla de Seis y a doce meses de edad, provino del mismo lote. No así la Semilla Inicial o de reciente cosecha, que fue de un lote diferente.

Previo al inicio del ensayo experimental y con el objeto de conocer las condiciones físicas de la semilla se hicieron determinaciones de contenido de humedad, peso de mil semillas, peso volumétrico y daño mecánico.

Humedad de la Semilla

Se determinó usando el método de secado en estufa, para esto se tomaron dos repeticiones de cuatro gramos por especie y se secaron en cajas de aluminio a 80°C en horno de convección durante 24 horas. Posterior al secado las semillas fueron pesadas nuevamente y mediante la diferencia con el peso original se cuantificó el porcentaje de humedad, en base húmeda (ISTA, 1985). Presentando las diferentes especies contenidos de humedad según se muestra en en Cuadro 3.1

Cuadro 3.1 Contenidos de humedad (%) de semilla de lotes utilizados en escarificación a tres Tiempos de Almacenamiento.

Especies	Tiempo de Almacenamiento (meses)		
	Inicial	6	12
<u>Centrosema brasilianum</u>	12.0	8.4	9.9
<u>Clitoria ternatea</u>	8.0	6.1	5.7
<u>Leucaena leucocephala</u>	4.1	7.0	5.2
<u>Macroptilium atropurpureum</u>	5.0	11.0	9.4

Peso de mil Semillas

Se determinó al pesar ocho muestras provenientes de la semilla pura de 100 semillas cada una. Obteniéndose el peso de mil semillas por inferencia a la media de las ocho repeticiones. Los valores que presentaron las diferentes especies en los lotes utilizados se muestran en el Cuadro 3.2.

Cuadro 3.2. Valores de peso de mil semillas (gramos) de lotes utilizados en el ensayo de escarificación en tres Tiempos de Almacenamiento.

----- Especies. -----	Gramos -----
<u>Centrosema brasilianum</u> unico lote	26.10
<u>Clitoria ternatea</u> lote 1	47.95
<u>Clitoria ternatea</u> lote 2	50.79
<u>Leucaena leucocephala</u> lote 1	43.68
<u>Leucaena leucocephala</u> lote 2	41.31
<u>Macroptilium atropurpureum</u> lote 1	11.89
<u>Macroptilium atropurpureum</u> lote 2	11.71
-----	-----

Peso Volumétrico

Se determinó por el método convencional de balanza de peso volumétrico de lectura directa. Para lo cual la semilla que llenó el recipiente graduado, con semilla pura de cada especie, después de pasar por el cono para su llenado, se pesó en el mismo para obtener el peso en kilogramos por hectolitro (kg/hl). Para el caso de las especies que no hubo suficiente semilla para el llenado de la medida de un litro, se utilizó un vaso de precipitado graduado de 100 ml, el

que se llenó con suficiente semilla y rasó, para pesar luego las semillas contenidas y conociendo el volumen exacto de 118 mililitros calculado con agua, se obtuvo por inferencia el peso en kg/hl. Los valores de las diferentes especies y lotes utilizados se muestran en el Cuadro 3.3.

Cuadro 3.3. Valores de peso volumétrico (kg/hl) de semilla de lotes utilizados en ensayo de escarificación en tres Tiempos de Almacenamiento.

ESPECIE	kg/hl
<u>Centrosema brasilianum</u> unico lote	86.74
<u>Clitoria ternatea</u> lote 1	75.74
<u>Clitoria ternatea</u> lote 2	75.72
<u>Leucaena leucocephala</u> lote 1	78.88
<u>Leucaena leucocephala</u> lote 2	77.96
<u>Macroptilium atropurpureum</u> lote 1	78.37
<u>Macroptilium atropurpureum</u> lote 2	77.55

Daño Mecánico

El daño mecánico se cuantificó, mediante el ténico del daño visible con una solución de verde rápido al 0.1 por ciento. Para lo cual, las semillas se depositaron en la solución y se agitaron por 30 segundos y se dejaron reposar en la misma por tres minutos. Para todos los lotes se vio poco efecto, como se muestra en el Cuadro 3.4, debido a que en todos los casos la cosecha fue manual.

Cuadro 3.4. Valores de daño mecánico (%) de semilla de lotes utilizados en ensayo de escarificación en tres Tiempos de Almacenamiento.

ESPECIE	(%)
<u>Centrosema brasilianum</u> único lote	2.0
<u>Clitoria ternatea</u> lote 1	1.0
<u>Clitoria ternatea</u> lote 2	3.0
<u>Leucaena leucocephala</u> lote 1	0.0
<u>Leucaena leucocephala</u> lote 2	1.0
<u>Macroptilium atropurpureum</u> lote 1	0.0
<u>Macroptilium atropurpureum</u> lote 2	1.0

Tratamientos

Para la escarificación de la semilla, se utilizó Acido Sulfúrico concentrado y Agua a punto de ebullición (93-95°C). Los tratamientos de Tiempos de Inmersión (T de I) se seleccionaron en base a la literatura en estas especies o similares. De esta manera, el rango exploratorio para Acido Sulfúrico fue de cero hasta 60 minutos con intervalo de 10 minutos. Para el Agua Caliente, el rango de exploración fue desde 0 hasta 300 segundos.

También se estudió, el efecto del Tiempo de Almacenamiento (T de A), los cuales fueron tres: Semilla Inicial o de reciente cosecha, (de aproximadamente un mes de postcosecha), y posteriormente a seis y a doce meses de almacenamiento.

Los tratamientos de escarificación con Acido Sulfúrico concentrado, así como con Agua Caliente que se aplicaron a la semilla pura de estas especies se detallan en los Cuadros 3.5 y 3.6.

Cuadro 3.5 Tratamientos de escarificación con Acido Sulfúrico concentrado en lotes de semilla de cuatro especies forrajeras a diferente Tiempo de Almacenamiento.

Tiempo de escarificación (minutos)		
Inicial	Seis meses	Doce meses
0	0	0
10	10	10
20	20	20
30	30	30
40	40	40
50	50	50
60	60	60

Cuadro 3.6 Tratamientos de escarificación con Agua Caliente (93-95°C) en lotes de semilla de cuatro especies forrajeras a diferente Tiempo de Almacenamiento.

Tiempo de escarificación (segundos)		
Inicial	Seis meses	Doce meses
0	0	0
5	5	5
30	30	30
60	60	60
120	120	120
180	180	180
240	240	240
300	300	300

La Escarificación de las semillas con Acido Sulfúrico concentrado, se realizó de acuerdo a lo propuesto por Jiménez (1984b). La semilla se remojó en la solución durante los tiempos descritos, y procurando que el Acido cubriera totalmente la semilla, hubo movimiento intermitente de las semillas durante la inmersión y después fueron lavadas durante 3-5 minutos en agua corriente y secadas en el ambiente, quedando listas para las pruebas fisiológicas correspondientes. Para el manejo del ácido, se usaron recipientes de vidrio, extremando los cuidados por el riesgo de esta sustancia.

Respecto a la escarificación con Agua Caliente, se siguió también, la recomendación de Jiménez (1984b). El Agua se puso a calentar hasta alcanzar la temperatura de ebullición ($93-95^{\circ}\text{C}$), momento en que las semillas se depositaron en pequeñas bolsas de tela y se sumergieron en el líquido caliente, esto fue para evitar que las semillas toquen directamente los bordes del recipiente, lo cual crearía mayor variabilidad. Cumpliendo con el tiempo de remojo, las semillas se apartaron del Agua, se dejaron secar y quedaron listas para los ensayos correspondientes.

Ensayos

Para conocer el efecto de la escarificación, tanto de Acido Sulfúrico como de Agua Caliente, sobre las Semillas Duras (SD), se condujeron pruebas de laboratorio y de

invernadero. Las primeras, fueron determinaciones de Germinación Estándar (GE) y Viabilidad (VB) mediante tetrazolio. Asimismo, se evaluó la Emergencia (E) de las semillas en camas de invernadero después de los tratamientos.

Germinación Estándar (GE).

Para la germinación se siguió el método sugerido por ISTA (1985). Se usaron seis repeticiones de 50 semillas, las cuales finalmente hicieron tres repeticiones de 100. La germinación, se hizo entre toallas de papel especial humedecidas y enrolladas en forma de "taco". Estos se colocaron en una estufa de germinación a $25^{\circ}\text{C} \pm 1$ con ocho horas de luz. Los conteos de germinación se hicieron a los 5, 10 y 15 días después de la siembra, registrando información del número de plántulas normales, anormales, semillas duras y semillas muertas.

Emergencia (E).

La información de Emergencia se recabó, de acuerdo a los lineamientos para una siembra en invernadero sembrándose tres repeticiones de 100 semillas por tratamiento. Estas se sembraron en camas de un metro de ancho por 13 metros de largo, provistas de suelo franco arenoso. Los conteos de plántulas emergidas se efectuaron a los cinco, 10, 15, y 20

días; las camas de siembra se mantuvieron con suficiente humedad durante el tiempo de observación.

Viabilidad (VB).

Se determinó siguiendo la metodología de la ISTA (1985), con modificación de acuerdo a Bustamante (1981), usando tres repeticiones de 50 semillas por tratamiento. Debido a que las inmersiones en Agua Caliente y algunos tratamientos de escarificación con Acido, no permeabilizaron en su totalidad las semillas, hubo necesidad de hacer una pequeña incisión en la testa por el lado opuesto al embrión. Después se dejaron remojar en agua al ambiente durante toda la noche, posteriormente, las semillas se desprotegieron de su cubierta y se depositaron en la solución de Cloruro de 2, 3, 5, trifenil tetrazolio al 0.5 por ciento por dos horas a 40°C. Después del tiempo de teñido, se examinaron los cotiledones en la parte abaxial y clasificaron de acuerdo al área de teñido usando una escala de uno a ocho, para semillas completamente teñidas hasta semillas sin teñir, respectivamente. Se consideró semillas viables a las categorías del uno al cuatro (Bustamante 1981)

- 1.- Semilla completamente teñida.
- 2.- Semilla con puntos muy pequeños sin teñir
- 3.- Semilla con más de 3/4 partes del área teñida.
- 4.- Semilla con más de 1/2 del área teñida, pero menos de

3/4 sin teñir.

5.- Semilla con más de 1/4 de área teñida, pero menos de un 1/2 sin teñir.

6.- Semilla con menos de 1/4 teñida.

7.- Semilla teñida excepto la radícula.

8.- Semilla no teñida.

Análisis Estadístico

Previo al análisis estadístico, los datos fueron transformados utilizando la raíz cuadrada del valor observado más uno ($X+1$), excepto para VB, que por no presentar ningún dato con valor cero, se transformó mediante la raíz cuadrada de arcoseno.

Los resultados se analizaron en un diseño completamente al azar con arreglo factorial, en donde se involucraron los periodos o Tiempos de Almacenamiento, los Tiempos de Inmersión con Acido Sulfúrico o Agua caliente y la interacción de ambos, siendo el modelo utilizado el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + T_j + (P \times T)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$i = 1, 2, \dots, t$ (Tiempos de Almacenamiento)

$j = 1, 2, \dots, t$ (Tiempos de Inmersión)

$k = 1, 2, \dots, r$ (Repeticiones)

Y_{ijk} = Observación de la K -ésima repetición, del i -ésimo
Tiempo de Almacenamiento del j -ésimo Tiempo de
Inmersión

μ = Media general

P_i = Efecto del i -ésimo Período de Almacenamiento.

T_j = Efecto del j -ésimo Tiempo de inmersión.

$(P \times T)_{ij}$ = Interacción del i -ésimo Período de Almacenamiento
por j -ésimo Tiempo de Inmersión.

ϵ_{ijk} = Efecto aleatorio o error experimental, asociado con
 j -ésima observación, donde el error se distribuye
normal e independiente con media cero y varianza
semejante.

Este se utilizó, cuando se compararon tres y dos
edades (Tiempos de Almacenamiento) de la misma semilla
(mismo lote).

Cuando la edad de la semilla (o Tiempo de Al-
macenamiento) fue uno solo, se condujo conforme un diseño
simple completamente al azar, con el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Observación del i -ésimo tratamiento en la
 j -ésima repetición

$i = 1, 2, \dots$ Tratamientos

$j = 1, 2, \dots$ Repeticiones

μ = Media general

τ_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

ϵ_{ij} = Error experimental asociado a la ij -ésima observación.

Finalmente, las medias de los tratamientos, fueron separadas usando la prueba de comparación de medias de Duncan con una probabilidad al 5 por ciento.

RESULTADOS Y DISCUSION

Centrosema brasilianum

Escarificación con Acido Sulfúrico

Germinación Estándar (GE) y Semillas Duras (SD)

El análisis de varianza para GE y SD indicó diferencias significativas ($P < 0.05$) para los factores Tiempo de Almacenamiento (T de A) de la semilla, Tiempo de inmersión (T de I) y en la interacción de ambos (Cuadro A 1). El efecto del T de A sobre la GE y SD, de *Centrosema* se muestra en el Cuadro 4.1 de comparación de medias. Con relación a la GE, se observa una disminución conforme el T de A se prolongó de 70, 59 y 36 por ciento, para Semilla Inicial, a Seis y Doce Meses de almacenamiento, respectivamente. Esta disminución es lógica y se encuentra influenciada por la longevidad de la semilla de *Centrosema* y la aplicación de los tratamientos en esos T de A.

Respecto a SD, el T de A, involucró cambios de 4, 4 y 3 por ciento, para la Semilla Inicial y de Seis y Doce meses, respectivamente. Lo anterior, indica, que la edad de

la semilla no provocó cambios notorios en las SD, como lo muestra el Cuadro 4.1.

Cuadro 4.1 Comparación de medias de Germinación Estándar (GE) y Semillas Duras (SD) en *Centrosema brasilianum* para Tiempo de Almacenamiento (T de A) bajo escarificación con Acido Sulfúrico.

T de Almacenamiento.	GE (%)	SD (%)
Semilla Inicial	70 a	4 a
Seis Meses	59 b	4 a
Doce Meses	36 c	3 b

Duncan 0.05.

Respecto al efecto del Tiempo de Inmersión (T de I), en Acido Sulfúrico, se observa, que 10 y 20 minutos fueron los más eficientes con 81 y 85 por ciento de GE, respectivamente. Los T de I, comprendidos entre 30 y 60 minutos, se caracterizaron por disminuir paulatinamente la ocurrencia de plántulas normales; siendo el T de I para el testigo menor todavía, con 25 por ciento de GE, de esta manera se observa el efecto de la escarificación al observar el testigo versus 10-20 minutos (Cuadro 4.2).

Igualmente para T de I, pero en SD, se observó que el Acido Sulfúrico en las inmersiones de 10 hasta 60 minutos, eliminaron la impermeabilidad de la testa de la semilla y el de cero minutos presentó 69 por ciento de SD, comprobándose el efecto del Acido para romper la impermeabilidad (Cuadro 4.2).

Cuadro 4.2 Comparación de medias de Germinación Estándar (GE) y Semillas Duras (SD) en *Centrosema brasilianum* para Tiempo de Inmersión en Acido Sulfurico en diferente Tiempo de Almacenamiento.

T de Inmersión (minutos)	GE (%)	SD (%)
0	25 f	69 a
10	85 a	0 b
20	81 a	0 b
30	66 b	0 b
40	61 c	0 b
50	36 d	0 b
60	31 e	0 b

Duncan 0.05.

El efecto combinado de los factores T de A y T de I, se muestra en el Cuadro 4.3. El tratamiento testigo de la Semilla Inicial, presentó 17 por ciento de GE; mientras que los comprendidos entre 10 y 40 minutos de escarificación con Acido denotaron igualdad estadística y corresponden a los mejores obtenidos con Semilla Inicial con germinaciones de 94, 96, 93, y 87 por ciento, respectivamente, siendo el tiempo de 20 minutos donde se obtuvo la más alta GE. Sin embargo, es posible notar, que al tenerse semilla de un poco más de seis meses de postcosecha, el tratamiento de 10, 20 y 30 minutos, resultaron ser los mejores, con GE de 84, 83 y 76 por ciento. Asimismo, con semilla de un poco más de un año en almacén, el tratamiento óptimo, resultó ser también el de 10 minutos, pero con una disminución ya en la germinación (76 por ciento). En este sentido, Whiteman et al. (1982), coincide con el mismo tratamiento de escarificación, pero en la especie *Brachiaria decumbens*,

donde encontró que 10 minutos de exposición elimina la latencia de la semilla. Sin, embargo Cabrales y Bernal (1963), rebaten lo anterior, ya que afirma que el Acido no presenta ninguna ventaja al compararlo con la escarificación en Agua a 80°C en *Centrosema pubescens*.

El tratamiento control en los tres periodos de almacenamiento, reflejó la intensidad de latencia en las semillas de *Centrosema*, pues únicamente permitió germinar el 17, 27 y 30 por ciento, respectivamente, esto indica un incremento paulatino de la permeabilidad de la semilla conforme el periodo de almacenamiento se prolongó.

Respecto, a la misma interacción de factores, pero en la ocurrencia de SD, se observó un descenso de estas de 80, 70 y 58 por ciento, para Semilla Inicial, a Seis Meses y a un año, respectivamente. Además, los tratamientos de escarificación de 10 a 60 minutos aplicados en cualquier T de A, se caracterizaron por eliminar las SD, lo cual revela que la testa de la semilla de *Centrosema brasilianum* es frágil y delgada, ya que fue fácilmente permeabilizada por efecto de la escarificación con Acido (Cuadro 4.3).

Observándose, en forma general, que los tratamientos con Acido Sulfúrico de 10-30 minutos de escarificación, si resultan efectivos en eliminar la impermeabilidad de la cubierta de la semilla de *Centrosema brasilianum*,

principalmente en Semilla Inicial que tiene una alta capacidad germinativa; y cuando la semilla tiene más de seis meses de almacenamiento, las escarificaciones de 10-20 minutos, son las mejores, pero ya con una disminución en la germinación, haciéndose esto más notorio en semilla de Doce Meses de Almacenamiento, donde únicamente el tratamiento de 10 minutos pareció efectivo, pero se observa ya, una germinación menor de un mínimo aceptable, que es 80 por ciento. De esta manera se comprueba, al observar el control versus los mejores resultados, que los tratamientos impuestos sí rompen la impermeabilidad de la semilla.

Cuadro 4.3 Comparación de medias de Germinación Estándar y Semillas Duras (SD) en *Centrosema brasilianum* por efecto combinado de Tiempo de Almacenamiento (T de A) y Tiempo de Inmersión en Acido Sulfúrico.

T de A	T de I (minutos)	GE (%)	SD (%)
Inicial	0	17 l	80 a
Inicial	10	94 ab	1 d
Inicial	20	96 a	0 f
Inicial	30	93 ab	0 f
Inicial	40	87 abc	0 f
Inicial	50	74 ef	0 f
Inicial	60	49 i	0 f
Seis meses	0	27 k	70 b
Seis meses	10	84 bcd	0 f
Seis meses	20	83 cde	1 d
Seis meses	30	76 def	0 f
Seis meses	40	67 fg	0 f
Seis meses	50	58 h	0 f
Seis meses	60	33 j	0 f
Doce meses	0	30 jk	58 c
Doce meses	10	76 def	0 f
Doce meses	20	36 gh	0 f
Doce meses	30	35 j	0 f
Doce meses	40	35 j	0 f
Doce meses	50	17 l	0 f
Doce meses	60	15 l	0 f

Emergencia (E) y Viabilidad (VB).

El análisis de varianza para E y VB, indicó diferencias significativas para los factores T de A y T de I en Acido y en la interacción de ambos (Cuadro A 1). El efecto de T de A sobre la E de la semilla se muestra en el Cuadro 4.4. En el se observa, que la tendencia en E no fue la misma que en GE, ya que se obtuvo porcentajes de 60, 45 y 68 por ciento, para Semilla Inicial, a Seis Meses y a 12 meses, respectivamente. Esta disminución de E en Seis Meses, probablemente ocurrió debido a las temperaturas que mantuvo el invernadero durante el ensayo, ya que este periodo coincidió con la época de invierno o bien ocasionado por variaciones en el proceso de agitación intermitente de las semillas en Acido durante la escarificación o probablemente al daño por plaga y/o enfermedad ocurrida en este periodo. No obstante, la E a los Doce Meses, fue más alta que la GE en laboratorio, pudiendo ser por efecto combinado del Acido y el suelo en el mayor rompimiento de las SD.

Respecto a la VB de la semilla para el T de A, medida mediante la tinsión con tetrazolio, para detectar el posible daño de la escarificación con Acido Sulfúrico, se observa en el Cuadro 4.4 de comparación de medias. Se registró una declinación de la VB conforme el T de A se incrementó de Semilla Inicial, a Seis Meses y a Doce Meses, con VB de 85, 74 y 65 por ciento, respectivamente. En

base a estas variables, se demuestra que la disminución de la VB coincidió, igualmente, en un decremento de la GE y la E, excepto por las irregularidades mencionadas anteriormente en la E de *Centrosema* a Seis Meses de almacenamiento.

Cuadro 4.4 Comparación de medias de Emergencia (E) y Viabilidad (VB) de semillas de *Centrosema brasilianum* para Tiempo de Almacenamiento bajo escarificación con Acido Sulfúrico.

T de Almacenamiento	E (%)	VB (%)
Semilla Inicial	60 a	85 a
Seis Meses	45 b	74 b
Doce Meses	68 c	65 c

Duncan: 0.05.

Referente al efecto del T de I en Acido sobre la E de la semilla de *Centrosema* se muestra en el Cuadro 4.5. Se observa que el T de I de 10 y 20 minutos fueron los mejores, con 76 y 74 por ciento, respectivamente, siendo iguales estadísticamente, seguidos de 30 y 40 minutos con 68 por ciento de E. En relación a esto, el control reveló que la intensidad de la latencia fue alta, puesto que por la impermeabilidad de la cubierta, únicamente emergió el 20 por ciento, lo cual contrastó con el 76 por ciento encontrado en 10 minutos.

Con relación al efecto del T de I, pero en la VB de la semilla se muestra en el Cuadro 4.5. Se observa que el T de I comprendido entre 10 y 30 minutos, no ocasionó daño a

la semilla, ya que fue similar ($P < 0.05$) al control. En T de I más prolongados, de 40 a 60 minutos, la VB empezó a declinar, indicando con esto que estos son excesivos para la semilla de *Centrosema*.

Cuadro 4.5 Comparación de medias de Emergencia (E) y Viabilidad (VB) en semillas de *Centrosema brasilianum* para Tiempo de Inmersión en Acido Sulfúrico en diferente Tiempo de Almacenamiento.

T de Inmersión (minutos)	E (%)	VB (%)
0	20 e	85 a
10	76 a	88 a
20	74 a	87 a
30	68 b	86 a
40	68 b	76 b
50	58 c	65 c
60	49 d	38 d

Duncan 0.05.

El análisis combinado de T de A y T de I sobre la E se muestra en el Cuadro 4.6. Los tratamientos comprendidos entre 10 y 30 minutos fueron los adecuados para Semilla Inicial, con E de 77, 81 y 79 por ciento respectivamente. Las escarificaciones impuestas a las semillas a Seis Meses ocasionaron, en general menor capacidad para emerger, en comparación a la Semilla Inicial y la de Doce Meses, posiblemente debido a la temperatura del suelo prevaeciente en el invernadero en ese período o tal vez a una plaga y/o enfermedad, ya que los mejores tratamientos 10 y 20 minutos de escarificación, tuvieron 65 y 62 por ciento de E. La semilla de un año presentó la mayor E con 10-50 minutos de exposición con valores que fluctuaron entre 88 y 76 por

ciento.

Cuadro 4.6 Comparacion de medias de Emergencia (E) y Viabilidad (VB) de semillas de *Centrosema brasilianum* por efecto combinado de Tiempo de Almacenamiento (T de A) y Tiempo de Inmersión (T de I) en Acido Sulfúrico.

T de A	T de I (minutos)	E (%)	VB (%)
Inicial	0	18 j	93 a
Inicial	10	77 bc	95 a
Inicial	20	81 ab	95 a
Inicial	30	79 b	94 a
Inicial	40	71 c	86 b
Inicial	50	60 e	74 c
Inicial	60	51 f	48 e
Seis meses	0	19 j	80 bc
Seis meses	10	65 de	84 be
Seis meses	20	62 e	78 bc
Seis meses	30	52 f	81 bc
Seis meses	40	52 f	5 de
Seis meses	50	41 g	35 f
Seis meses	60	34 h	31 f
Doce meses	0	23 i	80 bc
Doce meses	10	88 a	83 b
Doce meses	20	80 b	85 b
Doce meses	30	76 bc	83 b
Doce meses	40	84 ab	83 b
Doce meses	50	76 bc	57 d
Doce meses	60	65 de	37 f

Duncan 0.05.

El hecho de que se requiera más tiempo de escarificación con semilla de Doce Meses, como ocurrió en este caso, sugiere la ocurrencia de posibles cambios físicos o químicos que hacen menos vulnerable a la semilla cuando se encuentra más seca; ya que los contenidos de humedad variaron de 12.0, 8.4 y 9.9 por ciento durante los periodos de almacenamiento, o tal vez ocasionado por variaciones en la agitación intermitente durante la escarificación de la semilla con Acido Sulfúrico.

La menor E comparada con la GE, sugiere en este caso, ya efectos de vigor en el suelo, resultados que coinciden con autores como Schoorel (1956), quién concluyó que una GE en el laboratorio de 80 por ciento, asegura al menos un 50 por ciento de plántulas en el suelo.

El efecto combinado de I de A y I de I en la VB de la semilla, se muestra igualmente en el Cuadro 4.6. Los datos demuestran en los tres periodos de almacenamiento, que las escarificaciones con 50-60 minutos son excesivas para las semillas de *Centrosema brasilianum*, ya que la VB se disminuyó. La Semilla Inicial presentó las mejores VB en los tratamientos comprendidos entre 0 y 30 minutos, con igualdad estadística y con valores entre 93 y 95 por ciento. La semilla de poco más de Seis y Doce meses de postcosecha, escarificaron bien con 10 y 20 minutos, y aun con 30 minutos, donde la VB anduvo en el rango de 78 a 85 por ciento. La VB del tratamiento control en Semilla Inicial fue de 93 por ciento, la cual disminuyó hasta 80 por ciento en el testigo de la semilla de mayor edad, esto refleja un decremento natural por efecto de la longevidad de la semilla, pues paulatinamente van perdiendo la dureza de la cubierta y con esto se acelera su proceso de deterioro para las semillas que ya no están latentes. Asimismo, los valores de VB del testigo nos muestra la alta calidad que la semilla tenía y los valores de los tratamientos de I

de 1 de 50 y 60 minutos, nos muestran como baja esta variable y como el Acido afectó la VR.

Escarificación con Agua Caliente

Germinación Estándar (GE) y Semillas Duras (SD)

El análisis de varianza para GE indicó diferencias significativas ($P < 0.05$) para los factores Tiempo de Almacenamiento de la semilla, Tiempo de Inmersión en Agua Caliente y en la interacción de ambos. Igualmente ocurrió para SD, excepto para el T de A (Cuadro A 2). El efecto del almacenamiento sobre la GE y SD de *Centrosema* se muestra en el Cuadro 4.7 de comparación de medias. Se observó que el T de A tuvo efecto en la germinación, ya que al aumentar los meses de almacenamiento, la semilla incrementó la GE, parece ser que el tratamiento con Agua Caliente tiende a ser más efectivo en semilla de mayor edad, esto pudiera posiblemente ser debido a los cambios físicos y/o químicos que ocurrieron en la cubierta de las semillas durante el T de A, ya que se notó principalmente, que hubo una disminución en el contenido de humedad (Cuadro 3.1), lo que se cree provocó que los niveles de estrés térmico, en el T de A a seis y a doce meses, no se difundieran con tanta facilidad hacia las partes internas y vitales de la semilla, como se dio en el T de A uno, que al estar más húmeda la semilla, condujo mejor el calor y la temperatura dañó más a estas semillas.

Respecto a las SD, el Cuadro 4.7 muestra las medias que se observaron para los T de A, encontrándose valores similares en los tres periodos de almacenamiento con 56, 57 y 57 por ciento, respectivamente. Esto contrasta a lo ocurrido con la escarificación utilizando Acido Sulfúrico, ya que con semillas de *Centrosema*, el Agua Caliente no fue tan eficiente para romper la latencia, puesto que las Semillas Duras prevalecieron, en cierta medida, a pesar de ser algunas dañadas o muertas por la inmersión; de esta manera, parte de ellas permanecieron sin imbibir.

Cuadro 4.7 Comparación de medias de Germinación Estándar (GE) y Semillas Duras (SD) En *Centrosema brasiliense* para Tiempo de Almacenamiento bajo escarificación con Agua Caliente.

T de Almacenamiento	GE (%)	SD (%)
Semilla Inicial	4 c	56 a
Seis Meses	15 b	57 a
Doce Meses	19 a	57 a

Duncan 0.05.

El efecto del T de I, en Agua Caliente (Cuadro 4.8), no ocasionó una mejora significativa en la GE, ya que el tratamiento testigo fue de 25 por ciento versus 27 por ciento del mejor obtenido en Agua que fue de cinco segundos. Los T de I superiores a 60 segundos al compararse con el control, disminuyeron la ocurrencia de plántulas normales ($P > 0.05$). Esto indica que los T de I en Agua Caliente para semillas de *Centrosema*, no ocasionaron un incremento

sustancial en su valor de siembra.

Asimismo, el efecto del T de I en Agua Caliente, reveló un porcentaje de SD comprendido en el rango de 50-69 por ciento, esto refleja poca efectividad de los T de I para romper totalmente la latencia de las semillas de *Centrosema*.

Cuadro 4.8 Comparación de medias de Germinación Estándar (GE) y Semillas Duras (SD) en *Centrosema brasilianum* para tiempo de Inmersión en Agua Caliente en diferente Tiempo de Almacenamiento.

T de Inmersión (Segundos)	GE (%)	SD (%)
0	25 ab	69 a
5	27 a	68 a
30	22 bc	60 b
60	16 d	60 b
120	20 c	59 b
180	3 e	51 c
240	1 f	50 c
300	0 f	50 c

Duncan 0.05.

Al comparar las medias de germinación de acuerdo a el efecto combinado de T de A y T de I en Agua Caliente (Cuadro 4.9) se observó un incremento leve en relación al testigo en las semillas a Seis Meses y a Doce Meses, esto ocurrió con los tratamientos de escarificación que fluctuaron entre 30 y 120 segundos. Exposiciones mayores disminuyeron los porcentajes de germinación. Al respecto, Jiménez (1984b), encontró una tendencia similar con *Centrosema pubescens*, pues incrementó la germinación al escarificar con agua hirviendo durante un minuto.

El efecto de la interacción para SD, se observa también en el Cuadro 4.9. La semilla del tratamiento testigo de Semilla Inicial, presentó 80 por ciento de SD, siendo similar estadísticamente con el tratamiento de cinco segundos que mostró 78 por ciento, lo cual indica que este no mejoró la cubierta de la semilla. Las escarificaciones mayores de 120 segundos, en todos los tratamientos, disminuyeron progresivamente las SD, sin embargo, ocasionaron paralelamente fuerte daño en el embrión de la semilla, como lo demostró la información de viabilidad.

Cuadro 4.9 Comparación de medias de Germinación Estándar (GE) y Semillas Duras (SD) en *Centrosema brasilianum* por efecto combinado de Tiempo de Almacenamiento (T de A) y Tiempo de Inmersión (T de I) en Agua Caliente.

T de A	T de I (segundos)	GE (%)	SD (%)
Inicial	0	17 f	80 a
Inicial	5	19 f	78 ab
Inicial	30	3 hi	61 fghij
Inicial	60	2 hij	54 fghij
Inicial	120	1 ij	49 ijk
Inicial	180	1 ij	51 ghij
Inicial	240	0 j	42 kl
Inicial	300	0 j	39 l
Seis meses	0	27 e	70 bc
Seis meses	5	28 d	69 bcd
Seis meses	30	41 a	58 efghi
Seis meses	60	30 cd	66 cdf
Seis meses	120	39 ab	52 fghij
Seis meses	180	1 ij	46 kl
Seis meses	240	0 j	50 hijk
Seis meses	300	0 j	50 hijk
Doce meses	0	30 cde	59 efghi
Doce meses	5	36 abc	59 efghi
Doce meses	30	32 bcde	58 defgh
Doce meses	60	27 e	60 defgh
Doce meses	120	35 abcd	51 ghij
Doce meses	180	4 g	55 fghi
Doce meses	240	4 g	60 defgh
Doce meses	300	1 ij	57 efghi

Emergencia (E) y Viabilidad (VB).

El análisis de varianza para la E y la VB de las semillas de *Centrosema*, indicó diferencias significativas ($P < 0.05$) para los factores Tiempo de Almacenamiento (T de A) y Tiempo de Inmersión (T de I) y en la interacción de ambos (Cuadro A 2).

Los cambios en la E debido al T de A, de la semilla se muestran en el Cuadro 4.10 de comparación de medias, ahí se observa que los periodos de almacenamiento de Seis y Doce meses fueron más benignos, con 14 y 13 por ciento de E versus 3 por ciento en la Semilla Inicial, con esto se reconoce que el estrés térmico afectó más a la Semilla Inicial. Lo anterior, podría ser explicado desde el punto de vista de los cambios físicos ocurridos en la semilla durante los meses de almacenamiento, ya que durante ese lapso se registraron disminuciones en el contenido de humedad (Cuadro 3.1), lo cual ocasionó menor conducción del calor que generó la escarificación con Agua Caliente hacia las partes internas de la semilla. Aguirre y Peske (1988), señalan que entre menor sea la humedad de la semilla, mejor soporta las altas temperaturas. Aunque es de pensarse también, que la semilla nueva puede presentar mayor resistencia a la escarificación.

Asimismo, para VB, el efecto de T de A denotó un incremento conforme avanzó el tiempo de almacenamiento de la semilla, al parecer, los cambios durante el almacenaje, se tradujeron en aumentar la capacidad de la semilla para resistir mejor el estrés térmico. Estos cambios principalmente, se debieron a una disminución en los contenidos de humedad de la semilla en los periodos de Seis y Doce Meses de Almacenamiento, esto ocurrió por efecto del ambiente donde la semilla se encontraba almacenada.

Cuadro 4.10 Comparación de medias de Emergencia (E) y Viabilidad (VB) de semillas de *Centrosema brasilianum* para Tiempo de Almacenamiento bajo escarificación con Agua Caliente.

T de Almacenamiento	E (%)	VB (%)
Semilla inicial	3 b	21 c
Seis meses	14 a	43 b
Doce meses	13 a	59 a

Duncan 0.05.

Respecto al T de I en Agua Caliente, la E de la semilla se muestra en el Cuadro 4.11, en el se observa similitud estadística ($P < 0.05$) de 0 a 30 segundos. Esto indica que el factor Tiempo de Inmersión no reflejó mejora, pues la E en ese intervalo fue de 20, 16 y 22, por ciento, respectivamente. Asimismo, el T de I mayor de 120 segundos deprimió la calidad de este parámetro hasta valores de 1 y 0 por ciento, respectivamente.

En relación a la VB, también sobre el tiempo de inmersión en Agua Caliente, señaló la susceptibilidad de *Centrosema* al daño ocasionado por la escarificación, ya que en este caso, los T de I, excepto cinco segundos, redujeron la VB, siendo más baja, después de 60 segundos, ocasionado por el incremento de semillas muertas (Cuadro 4.11).

Cuadro 4.11 Comparación de medias de Emergencia (E) y Viabilidad (VB) en semillas de *Centrosema brasiliense* para Tiempo de Inmersión en Agua Caliente en diferente Tiempo de Almacenamiento.

T de Inmersión (segundos)	E (%)	VB (%)
0	20 a	84 a
5	16 a	84 a
30	22 a	62 b
60	13 b	52 c
120	11 b	46 d
180	1 c	10 e
240	1 c	7 e
300	0 c	1 f

Duncan 0.05.

El efecto combinado de los factores Tiempo de Almacenamiento (T de A) y Tiempo de Inmersión (T de I) se muestra en el Cuadro 4.12. Los tratamientos en Agua Caliente fueron más benignos con semilla a Seis y a Doce Meses, en relación a la Semilla Inicial, pues en esta, la E no se mejoró al compararse con el control que mostró 18 por ciento. La E de la semilla a Seis Meses y a Doce Meses, tanto del testigo como los tratamientos de 0 a 120 segundos fueron mejores que la obtenida con Semilla Inicial, en la que únicamente el tratamiento de 5 segundos mostró 12

por ciento de E. Esta reducción en la E en Semilla Inicial, parece deberse al mayor daño que ocasionó el tratamiento térmico en semilla con mayor contenido de humedad, lo cual se aprecia en la reducción de VB a medida que aumenta el T de I. Las escarificaciones en semilla a Doce Meses de almacenamiento fueron similares estadísticamente con su tratamiento testigo, lo cual indica que no hubo mejora en ese tiempo, no así con la semilla a Seis Meses, puesto que aquí, los tratamientos comprendidos entre 5 y 120 segundos fueron superiores a su control. En este aspecto las variaciones encontradas posiblemente se deban a cambios físicos que se suscitaron en las semillas durante los periodos de almacenamiento.

Referente a la VB de la semilla, igualmente en el efecto combinado de los factores, se muestra en el Cuadro 4.12. Se observa globalmente, que las semillas resistieron mejor el estrés térmico en los T de A de Seis y Doce Meses. Los tratamientos impuestos a la Semilla Inicial disminuyeron la VB y afectaron severamente después de cinco segundos de escarificación en Agua Caliente. Diferente a esto, fue lo que aconteció con semilla de Seis y Doce Meses, pues estas revelaron que los tratamientos de escarificación comprendidos entre 0 y 120 segundos no ocasionaron daño a la semilla, sin embargo, estos tratamientos no se caracterizaron por permeabilizar bien la cubierta de la semilla y con esto la presencia de Semillas Duras o no

imbibidas fue notoria. Esto trajo como consecuencia baja E de plántulas.

Cuadro 4.12 Comparación de medias de Emergencia (E) y Viabilidad (VB) de semillas de *Centrosema brasilianum* por efecto combinado de tiempo de Almacenamiento (T de A) y Tiempo de Inmersión (T de I) en Agua Caliente.

T de A	T de I (Segundos)	E (%)	VB (%)
Inicial	0	18 e	93 a
Inicial	5	12 gf	90 a
Inicial	30	1 j	23 f
Inicial	60	0 j	6 g
Inicial	120	0 j	3 gh
Inicial	180	0 j	1 h
Inicial	240	0 j	1 h
Inicial	300	0 j	1 h
Seis meses	0	20 de	81 bc
Seis meses	5	29 b	79 bc
Seis meses	30	36 a	77 bc
Seis meses	60	27 bc	78 bc
Seis meses	120	29 bc	73 c
Seis meses	180	1 j	1 h
Seis meses	240	1 j	1 h
Seis meses	300	0	1 h
Doce meses	0	23 cd	78 bc
Doce meses	5	25 bcd	81 bc
Doce meses	30	25 bcd	83 b
Doce meses	60	21 cd	79 bc
Doce meses	120	15 fg	74 c
Doce meses	180	3 i	45 d
Doce meses	240	4 i	33 e
Doce meses	300	1 j	1 h

Duncan 0.05

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observó que la escarificación con Acido Sulfúrico favoreció más a las semillas de *Centrosema*, en relación al uso de Agua Caliente. Sin embargo, esto es diferente a la información obtenida por Cabrales y Bernal (1963), quienes afirman que el Agua Caliente fue mejor que el Acido en semillas de

Centrosema pubescens.

En este trabajo, se encontró que la efectividad del Agua Caliente, fue variable y dependió del Tiempo de Almacenamiento de la semilla, en este sentido, su uso con Semilla Inicial y de Doce Meses de almacén, no se tradujeron en incrementar la E, al compararse con su respectivo testigo. Pero en Semilla de Seis Meses, se encontró respuesta en la E.

Paralelamente a lo anterior, las semillas de *Centrosema*, registraron un descenso en los contenidos de humedad en el lapso de inicio de almacenamiento hasta la semilla de Seis Meses, esto posiblemente explique las variaciones obtenidas. Facio y Dávila (1984), indica que las variaciones en el contenido de humedad de la semilla, son comunes. En las estaciones del año las condiciones climáticas varían y las semillas pueden absorber o ceder humedad y presentar cambios en su constitución física y/o química. Esto pudo dar origen al comportamiento observado con el uso de Agua Caliente, sin embargo, es interesante notar, que estos cambios no influyeron de gran manera, cuando se usó la escarificación con Acido Sulfúrico, ya que presentaron poca variación en los tratamientos impuestos en los periodos de almacenamiento de Semilla Inicial y la de Seis y Doce Meses.

Clitoria ternatea

Los resultados para esta especie, se presentan en dos ensayos, correspondiendo el ensayo uno a semilla de un mismo lote y cuyas evaluaciones de escarificación se hicieron en Semilla Inicial (aproximadamente un mes de postcosecha) y posteriormente, a Seis Meses de almacenamiento. El ensayo dos corresponde a la evaluación en semilla de Doce Meses de un lote diferente.

Escarificación con Acido Sulfúrico

Germinación Estándar (GE) y Semillas Duras (SD)

El análisis de varianza para GE y SD en el ensayo, uno indicó diferencias significativas ($P < 0.05$) para los factores Tiempo de Almacenamiento (T de A) de la semilla, Tiempo de Inmersión (T de I) y en la interacción de ambos (Cuadro A 3). Se observó que el T de A, hizo variar la germinación de 62 a 49 por ciento y para SD de 3 y 4 por ciento, ambas en Semilla Inicial y de Seis Meses de postcosecha, respectivamente.

Respecto al efecto del T de I en Acido Sulfurico se observa en el Cuadro 4.13, que 10 y 20 minutos fueron iguales estadísticamente con 78 y 75 por ciento de GE, versus 19 por ciento del testigo, posteriormente hubo una ligera declinación, lo cual se agudizó con T de I de 50 y 60 minutos, con 44 y 48 por ciento de GE.

Sin embargo, el T de I, para SD, no mostró una tendencia de acuerdo a lo anterior, ya que el Acido Sulfurico rompió la latencia desde 10 hasta 60 minutos, siendo igual para los tiempos de 20 a 60 minutos y asimismo con muy poca diferencia numérica para el tiempo de 10 minutos, esto parece indicar que la imbibición de la semilla en ese rango fue cabal. El testigo registró 75 por ciento de SD (Cuadro 4.13).

Cuadro 4.13 Comparación de medias de Germinación Estándar (GE) y Semillas Duras (SD) en *Clitoria ternatea* para Tiempo de Inmersión en Acido Sulfurico en Semilla Inicial y a Seis Meses de Almacenamiento

T de Inmersión (minutos)	GE (%)	SD (%)
0	19 f	75 f
10	78 a	1 b
20	75 ab	0 c
30	71 bc	0 c
40	68 c	0 c
50	44 e	0 c
60	48 d	0 c

Duncan 0.05.

El efecto combinado de los factores T de A y T de I en la GE y SD, se muestra en el Cuadro 4.14. El tratamiento

control de la Semilla Inicial presentó 17 por ciento de GE y la de Seis Meses 21 por ciento. El tratamiento de 10 minutos de escarificación con Acido elevó la GE a 88 por ciento y es el óptimo para la Semilla Inicial. Esto coincide con el estudio de Burbano (1990) en *Centrosema spp.*, quien incrementó de 30 a 80 por ciento la GE, cuando escarificó con Acido Sulfurico concentrado. Asimismo, Mayer y Poljakoff (1975), encontraron la misma tendencia en semillas de *Centrosema pubescens*.

La GE de la semilla de Seis Meses, disminuyó en relación a la Inicial hasta el rango de 67-70 por ciento obtenido con los tratamientos óptimos de 10-30 minutos de escarificación.

Cuadro 4.14 Comparación de medias de Germinación Estándar (GE) y Semillas Duras (SD) en *Clitoria ternatea* por efecto combinado de Tiempo de Almacenamiento (T de A) y Tiempo de Inmersión (T de I) en Acido Sulfúrico.

T de A	T de I (minutos)	GE (%)	SD (%)
Inicial	0	17 j	75 a
Inicial	10	88 a	0 c
Inicial	20	80 b	0 c
Inicial	30	76 bc	0 c
Inicial	40	77 bc	0 c
Inicial	50	54 g	0 c
Inicial	60	61 ef	0 c
Seis Meses	0	21 i	74 a
Seis Meses	10	67 de	1 b
Seis Meses	20	70 cd	0 c
Seis Meses	30	67 def	0 c
Seis Meses	40	60 f	0 c
Seis Meses	50	36 h	0 c
Seis Meses	60	37 h	0 c

Duncan 0.05.

Respecto a la misma interacción de factores, pero en la ocurrencia de SD, se observó un descenso de estas hasta cero por ciento, tanto en Semilla Inicial como en la de Seis Meses de almacén conforme aumentó el tiempo de escarificación y únicamente se requirió de 10 minutos para que esto ocurra como lo muestra el Cuadro 4.14.

En relación al ensayo dos, que se condujo con semilla de Doce Meses proveniente de lote diferente, también se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro A 4). Los resultados de medias se muestran en el Cuadro 4.15. La intensidad de la latencia para el control fue de 52 por ciento, esto ocasionó baja GE, 42 por ciento. Los tratamientos de escarificación óptimos, estuvieron comprendidos entre 10 y 50 minutos de exposición en Acido, con porcentajes de GE, ubicados en el rango de 68 hasta 82 por ciento. Estos resultados difieren a los estudios de Garcia (1986), quien no encontró eficacia cuando utilizó Acido en semillas del género *Pinus*. Sin embargo, son similares a los observados por Whiteman y Mendra (1982); Ramos y Romero (1986) y Johnston y Harty (1981), quienes confirmaron el efecto positivo del Acido Sulfúrico en la GE de *Brachiaria decumbens*.

Las Semillas Duras para 10 y 20 minutos de escarificación fueron 4 y 1 por ciento, haciéndose ausentes en tiempos mayores de escarificación, demostrando el control

versus los demás tratamientos la efectividad de la escarificación en el rompimiento de la impermeabilidad.

Cuadro 4.15 Comparación de medias de Germinación Estándar (GE) y Semillas Duras (SD) en *Clitoria ternatea* para Tiempo de Inmersión en Acido Sulfurico (lote dos, Doce meses).

T. de Inmersión (minutos)	GE (%)	SD (%)
0	42 c	52 c
10	68 b	4 b
20	82 a	1 c
30	69 b	0 c
40	76 ab	0 c
50	78 a	0 c
60	50 c	0 c

Duncan 0.05.

En el rompimiento de la impermeabilidad, hay una tendencia para la semilla de los tres T de A (edad), observándose, que a medida que aumenta el tiempo de escarificación, la GE aumenta hasta un máximo y empieza a descender gradualmente. Sin embargo, en general se observa que la GE es menor en semilla a Seis Meses de almacenamiento, lo cual no sucede así, en semilla de Doce Meses de almacenamiento, ya que aquí, la máxima GE obtenida fue de 82 por ciento, comparado con la GE de semilla a poco más de Seis Meses, que alcanzó un 70 por ciento, y semilla Inicial un 88 por ciento. Esto parece indicar que la impermeabilidad de las semillas, puede variar en los diferentes ciclos de producción, y aun en diferentes lotes de un mismo ciclo; lo cual ha sido observado en diferentes cultivos que presentan latencia, la cual es afectada por las

condiciones ambientales durante el desarrollo de la semilla, principalmente durante la maduración de estas, y posteriormente en su almacenamiento.

Emergencia (E) Y Viabilidad (VB).

El análisis de varianza para E y VB del ensayo uno (Semilla Inicial y a Seis Meses) indicó diferencias significativas ($P < 0.05$) para los factores Tiempo de Almacenamiento (T de A) de la semilla, Tiempo de Inmersión (T de I) y en la interacción de ambos (Cuadro A 3). El T de A dio E de 61 y 56 por ciento; y de VB de 77 y 70 por ciento, ambas para Semilla Inicial y de Seis Meses, respectivamente. Esta disminución de E y VB en *Clitoria* conforme el T de A se prolongó es lógica y normal y se encuentra influenciada por la longevidad de la semilla, la cual disminuye con el tiempo de almacenamiento, (Copeland y McDonald 1985).

Referente al efecto del T de I en Acido sobre la E de semilla de *Clitoria*, se muestra en el Cuadro 4.16. Se observó que el T de I, más adecuado estuvo comprendido entre 20 y 40 minutos, con E entre 79 y 73 por ciento. El testigo por impermeabilidad de testa, presentó baja E (20 por ciento). La comparación del control versus las otras escarificaciones demuestran que sí existe efecto en la E.

Siempre para el efecto del T de I, pero en la VB de la semilla se muestra igualmente en el Cuadro 4.16. Se observó que el T de I de 10 minutos no ocasionó daño a la semilla, ya que fue similar ($P < 0.05$) al control. Se notó posteriormente, una declinación paulatina de la VB, conforme el T de I se prolongó de 20 hasta 60 minutos de T de I.

Cuadro 4.16 Comparación de medias de Emergencia (E) y Viabilidad (VB) en *Clitoria ternatea* para Tiempo de Inmersión en Acido Sulfurico en Semilla Inicial y a Seis Meses de Almacenamiento.

T de Inmersión (minutos)	E (%)	VB (%)
0	20 d	86 a
10	65 b	82 ab
20	79 a	78 bc
30	77 a	76 c
40	73 a	70 d
50	60 b	59 e
60	53 c	62 e

Duncan 0.05.

El análisis combinado en la E en Acido se muestra en el Cuadro 4.17. Los resultados de E indican que el tratamiento de 20, 30 y 40 minutos de escarificación fueron los óptimos en la Semilla Inicial, con E de 84, 80 y 83 por ciento respectivamente. La semilla a poco más de Seis Meses presentó menor E que la anterior, 73 por ciento promedio en los tratamientos óptimos de 20 y 30 minutos de escarificación. El control de ambos T de A, difirieron entre si en la E, incrementándose de 16 a 24 para Semilla Inicial y a poco más de Seis meses, respectivamente.

El efecto combinado de T de A y T de I en la VB de la semilla de *Clitoria* escarificada con Acido, se muestra en el Cuadro 4.17. Similar a lo ocurrido con la E, aconteció con la VB, ya que la más alta VB se presentó en Semilla Inicial y la óptima correspondió a 10 minutos de escarificación con 88 por ciento y esto fue similar a su testigo con 92 por ciento. Para la semilla de Seis Meses, el testigo disminuyó hasta 79 por ciento de VB. Aquí, las mejores respuestas acontecieron en el intervalo de 0 hasta 30 minutos, sin observar daños.

Cuadro 4.17 Comparación de medias de Emergencia (E) y Viabilidad en *Clitoria ternatea* por efecto combinado de Tiempo de Almacenamiento (T de A) y Tiempo de Inmersión (T de I) en Acido Sulfúrico.

T de A	T de I (minutos)	E (%)	VB (%)
Inicial	0	16 f	92 a
Inicial	10	75 b	88 ac
Inicial	20	84 a	80 b
Inicial	30	80 ab	76 b
Inicial	40	83 ab	77 b
Inicial	50	63 c	57 c
Inicial	60	51 d	63 c
Seis Meses	0	24 e	79 b
Seis Meses	10	55 d	73 b
Seis Meses	20	73 b	76 b
Seis Meses	30	73 b	66 b
Seis Meses	40	64 c	62 c
Seis Meses	50	57 cd	62 c
Seis Meses	60	55 dh	61 c

Duncan 0.05

En general, puede observarse que la E es mayor en Semilla Inicial que en Semilla a poco más de Seis Meses, teniéndose que el tiempo de 20 minutos para ambos casos, fue

donde se obtuvo la mayor E. Se nota, igualmente una tendencia similar a GE, que a mayor tiempo de Inmersión, la E tendió a disminuir. Caso contrario, para la VR, la cual fue mayor entre menor fue el tiempo de escarificación, notándose con esto menor daño a la semilla a menor tiempo.

Referente al ensayo dos, que se condujo con semilla de Doce Meses proveniente de lote diferente, los resultados en la comparación de medias (Cuadro 4.18) muestran que la emergencia del tratamiento testigo fue de 55 por ciento, incrementándose de 86 a 88 por ciento con 10 a 40 minutos de escarificación con Acido, con similitud estadística entre si ($P < 0.05$). Los datos de E fueron ligeramente superiores a la GE; esto indica que, algunas plántulas anormales descartadas en el ensayo de GE, tuvieron capacidad para emerger en el invernadero. Parece ser que cualquier daño por el Acido que causara anomalía en la prueba de GE es eliminado al lixiviarse o disolverse el Acido en el suelo, aumentando así la E.

Cuadro 4.18 Comparación de medias de Emergencia (E) y Viabilidad (VR) en *Clitoria ternatea* para Tiempo de Inmersión en Acido Sulfúrico (lote dos, Doce Meses).

T. de Inmersión (minutos)	E (%)	VR (%)
0	55 c	87 a
10	87 a	85 ab
20	88 a	79 bc
30	86 a	77 c
40	88 a	66 d
50	77 b	41 e
60	73 b	37 e

Duncan 0.05.

La VR denotó igualdad estadística para el tratamiento testigo y de 10 minutos de escarificación en Acido, lo cual indica que este tratamiento actuó exclusivamente en la cubierta de la semilla y no involucró daño en los cotiledones. El intervalo de aplicación de 20 a 40 minutos, ocasionó ligeros daños en la región apical de la radícula y puntos necróticos en los cotiledones. Sin embargo, esto no invalidó la GE y la E, debido a que *Clitoria*, aún usó sus reservas para generar una plántula con buen desarrollo (Cuadro 4.18).

Para el caso de E, ocurrió lo mismo observado en GE, un aumento conforme incrementó el tiempo de escarificación hasta un máximo observado y después una disminución gradual, siendo menor todavía los valores en semilla a poco más de Seis Meses, pero no encontrándose esta tendencia en semilla de Doce Meses, ya que en esta, la E resultó mayor, corroborándose que la intensidad de la impermeabilidad, puede variar de acuerdo a la procedencia de la semilla, es decir dependiendo de las condiciones bajo las cuales se produjo y el lote a que pertenece.

Escarificación con Agua Caliente

Germinación Estándar (GE) y Semillas Duras (SD)

El análisis de varianza para GE y SD indicó diferencias significativas ($P < 0.05$) para los factores Tiempo

de Almacenamiento (T de A) de la semilla. Tiempo de Inmersión (T de I) y en la interacción de ambos (Cuadro A 5). Se observó que el T de A, hizo fluctuar la GE de 16 a 11 por ciento y para SD de 37 a 32 por ciento ambas en Semilla Inicial y a Seis Meses de almacenamiento. La disminución de la GE y las SD es atribuida a la longevidad de la semilla de acuerdo al aumento de los meses de almacenamiento, esta tendencia, a disminuir conforme aumenta en tiempo en almacen ha sido clara en la longevidad de semillas (Copeland y McDonald 1985).

El efecto del T de I en Agua Caliente se observa en el Cuadro 4.19. Unicamente el tratamiento de cinco segundos logró incrementar la GE en relación al testigo, de 20 a 30 por ciento, siendo los tratamientos de 30 y 60 segundos iguales al control ($P < 0.05$), mientras que los T de I de 120 a 300 segundos disminuyeron la GE drásticamente.

Cuadro 4.19 Comparación de medias de Germinación Estándar (GE) y Semillas Duras (SD) en *Clitoria ternatea* para Tiempo de Inmersión en Agua Caliente en Semilla Inicial y a Seis Meses de almacenamiento.

T de Inmersión (segundos)	GE (%)	SD (%)
0	20 b	77 a
5	30 a	65 b
30	24 ab	64 b
60	24 ab	50 c
120	11 c	18 d
180	5 d	16 de
240	5 d	14 e
300	3 d	8 f

Duncan 0.05.

En relación a la presencia de SD, igualmente en T de I, el Agua Caliente fue poco efectivo para romper la impermeabilidad de la semilla, ya que los tiempos de 5, 30 y 60 segundos presentaron valores de 65, 64 y 50 por ciento de SD. El rango comprendido entre 120 y 300 segundos disminuyó los valores sustancialmente pero ocasionando daño al embrión, lo que resultó en anomalías en las plántulas, lo cual se refleja en las bajas germinaciones, también en estos tiempos.

El efecto combinado de los factores T de A y T de I en la GE y SD de las semillas escarificadas con Agua Caliente, se muestra en el Cuadro 4.20. Se observó, en forma sistemática en Semilla Inicial y a Seis Meses, poca acción del Agua en comparación a la GE obtenida en Acido, puesto que solamente se logró incrementos de 19 por ciento (control de Semilla Inicial) a 31 por ciento para el mejor obtenido en Agua (cinco segundos en Semilla a Seis Meses), tornándose decrementos fuertes después de 60 segundos de escarificación. Esto coincide con el estudio de Jiménez (1984a), quien encontró incrementos leves en la GE de *Centrosema* cuando escarificó con Agua en ebullición. Sin embargo difiere a lo reportado por Camacho et al. (1991), puesto que en *Acacia sp.*, no hubo respuesta con el uso de Agua Caliente.

En forma general, puede decirse que la GE, no mejoró ni disminuyó al comparar semilla de las dos edades, (Semilla Inicial y a poco más de Seis Meses), ya que las GE obtenidas son muy similares en ambos Tiempos de Almacenamiento. Sin embargo, respecto a SD sí hay una disminución, ya que los testigos presentaron 80 y 74 por ciento para Semilla Inicial y a los Seis Meses, respectivamente, disminuyendo hasta 56 por ciento en Semillas de Seis Meses en el tratamiento de cinco segundos, que fue el mejor para permitir la GE más alta. La disminución gradual de SD, conforme aumentó el Tiempo de Inmersión, resultó también, en daño al embrión, al ocasionar mayor ocurrencia de plántulas anormales y semillas muertas en semilla a ambos Tiempos de Almacenamiento.

Cuadro 4.20 Comparación de medias de Germinación Estándar (GE) y Semillas Duras (SD) en *Clitoria ternatea* por efecto combinado de Tiempo de Almacenamiento (T de A) y Tiempo de Inmersión (T de I) en Agua Caliente.

T de A	T de I (segundos)	GE (%)	SD (%)
Inicial	0	19 cd	80 a
Inicial	5	29 ab	74 a
Inicial	30	22 abcd	71 a
Inicial	60	26 ab	55 b
Inicial	120	16 d	17 d
Inicial	180	9 e	16 d
Inicial	240	10 e	17 d
Inicial	300	3 f	8 e
Seis Meses	0	21 bcd	74 a
Seis Meses	5	31 a	56 b
Seis Meses	30	26 abc	57 b
Seis Meses	60	23 abcd	42 c
Seis Meses	120	7 e	19 d
Seis Meses	180	2 f	16 d
Seis Meses	240	1 f	11 e
Seis Meses	300	2 f	9 e

Respecto a la misma interacción de factores, pero en la ocurrencia de SD, los tratamientos de 5, 30, y 60 segundos de escarificación en Agua, que fueron donde se alcanzó la GE más alta, no rompieron la impermeabilidad de la semilla de *Clitoria*, puesto que la prevalencia de SD fue notoria, tanto en Semilla Inicial como en la de Seis Meses. Los demás tratamientos rompieron la impermeabilidad, pero no incrementaron la GE, debido también al aumento de semillas muertas, como se menciona en el párrafo anterior.

Referente a la GE y SD del ensayo dos, que se condujo con semilla de Doce Meses proveniente de lote diferente, el análisis de varianza (Cuadro A 6) mostró diferencias significativas para estas dos variables (Cuadro 4.21). El tratamiento testigo presentó GE de 42 por ciento, las escarificaciones de 5, 30, 60 y 120 segundos aumentaron la GE hasta 55, 47, 55 y 49, estas fueron las mejores obtenidas en Semilla de Doce Meses de postcosecha.

Las SD, no lograron permeabilidad con algún tratamiento impuesto y su permanencia fue notoria hasta el tratamiento de 240 segundos con rango que fluctuó entre 34 y 43 por ciento. La aplicación de 300 segundos de escarificación, disminuyó la dureza de la semilla hasta 28 por ciento, pero presentó baja GE debido al aumento de semillas muertas, corroborado por el ensayo de VB con tetrazolio.

Cuadro 4.21 Comparación de medias de Germinación (GE) y Semillas Duras (SD) en *Clitoria ternatea* para Tiempo de Inmersión en Agua Caliente (lote dos, Doce Meses).

T. de Inmersión (segundos)	GE (%)	SD (%)
0	42 c	52 a
5	55 a	35 bc
30	47 ab	43 ab
60	55 a	34 bc
120	49 ab	36 bc
180	35 c	36 bc
240	26 d	34 bc
300	9 e	28 c

Duncan 0.05.

Emergencia (E) Y Viabilidad (VB).

El análisis de varianza para E y VB de la semilla a Seis y Doce meses de almacenamiento indicó diferencias significativas ($P < 0.05$) para los factores Tiempo de Almacenamiento (T de A) de la semilla, Tiempo de Inmersión (T de I) y en la interacción de ambos (Cuadro A 5). El T de A dio E de 8 y 14 por ciento; y de VB 50 y 58 por ciento, para Semilla Inicial y a Seis Meses. El incremento de la E y de la VB, indicó una mejor escarificación en la segunda fecha, probablemente atribuido a un descenso en el contenido de humedad de la semilla de 8 a 6 por ciento, que ocurrió durante el T de A de Semilla Inicial a Semilla de Seis Meses, asimismo, debido probablemente a una degradación de la cubierta en forma natural por el mayor Tiempo de Almacenamiento.

El efecto del T de I en Agua Caliente en la emergencia de semilla de *Clitoria*, se muestra en el Cuadro 4.22. Los resultados indican una E de 27 y 29 por ciento para el T de I de 5 y 30 segundos versus 19 por ciento del control, las otras exposiciones no fueron eficientes, ya que disminuyeron los valores ocasionado por daño del Agua Caliente en el embrión de la semilla.

Igualmente, para el efecto del T de I, pero en la VB de la semilla, se observó similitud estadística entre el control y el de cinco segundos, posteriormente el daño se presentó paulatinamente, conforme el T de I ascendió, hasta bajar a 8 por ciento con 300 segundos de Inmersión (Cuadro 4.22).

Cuadro 4.22 Comparación de medias de Emergencia (E) y Viabilidad (VB) en *Clitoria ternatea* para Tiempo de Inmersión en Agua Caliente en Semilla Inicial y a Seis Meses de Almacenamiento.

T de Inmersión (segundos)	E (%)	VB (%)
0	19 b	86 a
5	27 a	85 a
30	29 a	73 b
60	20 b	66 c
120	7 c	40 d
180	2 d	43 d
240	0 e	32 e
300	0 e	8 f

Duncan 0.05.

El análisis combinado del T de A y el T de I en la E en Agua Caliente se muestra en el Cuadro 4.23. Con Semilla Inicial, ningún tratamiento mejoró la E y con semilla de Seis Meses, las escarificaciones de 5 y 30 segundos

superaron a su control, con 35 y 45 por ciento de E versus 23 por ciento, respectivamente. La semilla de *Clitoria* de ambas fechas, no toleraron satisfactoriamente tratamientos superiores de 120 segundos.

Cuadro 4.23 Comparación de medias de Emergencia (E) y Viabilidad en *Clitoria ternatea* por efecto combinado de Tiempo de Almacenamiento (T de A) y Tiempo de Inmersión (T de I) en Agua Caliente.

T de A	T de I (segundos)	E (%)	VB (%)
Inicial	0	16 e	92 a
Inicial	5	20 de	91 a
Inicial	30	17 e	67 cd
Inicial	60	15 e	61 d
Inicial	120	6 f	32 fg
Inicial	180	2 g	27 g
Inicial	240	0 h	26 g
Inicial	300	0 h	5 i
Seis Meses	0	23 cd	79 b
Seis meses	5	35 b	78 b
Seis Meses	30	45 a	79 b
Seis Meses	60	27 c	70 c
Seis Meses	120	8 f	49 e
Seis Meses	180	2 gd	60 d
Seis Meses	240	0 h	38 f
Seis meses	300	0 h	12 h

Duncan 0.05.

El efecto combinado de T de A y T de I en la VB de semilla de *Clitoria* escarificada con Agua Caliente, demostró un mayor estrés con Semilla Inicial, ya que dañó desde 30 segundos y en Semilla de Seis Meses el daño se presentó con 60 segundos (Cuadro 4.23). Estos cambios en la E y en la VB, ocurridos entre períodos de almacenamiento, posiblemente se atribuyen a las variaciones en el contenido de humedad de la semilla de ocho a seis por ciento, para Inicial y la de Seis Meses, respectivamente. En este sentido. Aguirre y Peske

(1988) mencionan que entre mayor sea el contenido de humedad, la semilla, se encuentra más propensa al daño por estrés térmico.

En general, puede decirse, que la E resultó ser mayor en semilla de poco más de Seis Meses, tanto en el testigo, como en los tratamientos de 5 a 60 segundos, a pesar que la VB fue menor en semilla de Seis Meses, es decir, que también mayormente afectada por la temperatura de la escarificación.

Respecto a la E y VB del ensayo dos con semilla de Doce Meses proveniente de lote diferente, también se encontró diferencias significativas para tratamientos (Cuadro A 6). La comparación de medias se muestra en el Cuadro 4.24. La E del tratamiento testigo fue de 56 por ciento, los mejores tratamientos en Agua Caliente fueron 5, 30, 60 y 120 segundos, con E de 51, 58, 55 y 56 por ciento, estos presentaron igualdad estadística con el control ($P < 0.05$). Lo cual indica que la E no mejoró con la escarificación en Agua. Sin embargo, puede verse que este lote, presentó mayor E que el lote uno, lo que parece indicar que entre más fue el T de A disminuyó la dureza de esta especie o permitió un mejor efecto de los tratamientos, aunque nuevamente se observa que la tendencia no fue la misma en VB, ya que esta disminuyó a valores de 78 y 79 por ciento, para los mejores tratamientos en semilla a Seis

Meses; y en semilla de Doce Meses alcanzó valores de 78 y 84 por ciento. Esto corrobora la diferencia en calidad por diferencia de ciclo de producción y lote.

Cuadro 4.24 Comparación de medias de Emergencia (E) y Viabilidad (VB) en *Clitoria ternatea* para Tiempo de Inmersión en Agua Caliente (lote dos, Doce Meses).

T. de Inmersión (segundos)	E (%)	VB (%)
0	56 ab	87 a
5	51 abc	78 ab
30	58 a	84 ab
60	55 a	73 c
120	56 a	72 c
180	47 bc	70 c
240	45 c	74 c
300	23 d	58 d

Duncan: 0.05.

La VB denotó igualdad estadística para el tratamiento testigo, 5 y 30 segundos de escarificación en Agua, luego hubo una declinación en la VB, debido a que los otros tratamientos actuaron también sobre los tejidos vitales de la semilla y lesionaron el embrión.

Leucaena leucocephala

Los resultados para esta especie, se presentan en dos ensayos, correspondiendo el ensayo uno a semilla de un mismo lote y cuya evaluación de escarificación se hizo con Semilla Inicial de aproximadamente un mes de postcosecha. El ensayo dos corresponde a las evaluaciones en Semilla de Seis y de Doce Meses de lote diferente.

Escarificación con Acido Sulfúrico

Germinación Estándar (GE) y Semillas Duras (SD)

El análisis de varianza para el lote de Semilla Inicial, indicó diferencias significativas ($P < 0.05$) para GE y SD (Cuadro A 7).

La GE del tratamiento testigo fue de cinco por ciento, lo cual refleja un alto nivel de impermeabilidad para semilla nueva de *Leucaena* (Cuadro 4.25). La escarificación de 10 minutos aumentó la GE hasta 54 por ciento, sin embargo, las SD, aún prevalecieron en un 32 por ciento. Los tratamientos de escarificación con Acido comprendidos entre 20 y 60 minutos presentaron similitud

($P < 0.05$) entre si con GE de 82 y 91 por ciento. Estos fueron los óptimos encontrados para Semilla Inicial, demostrándose así, la efectividad del Acido y que a partir de 30 minutos permite obtener la m s alta GE (Cuadro 4.25).

La presencia de SD, fue de 91 por ciento para el tratamiento testigo, la impermeabilidad disminuyó a 32 y 8 por ciento con 10 y 20 minutos de escarificación. Luego las SD declinaron hasta cero por ciento con aplicaciones de 30 a 60 minutos de exposición en Acido (Cuadro 4.25).

En esta especie, que presenta una alta latencia por impermeabilidad, puede observarse que la escarificación con Acido Sulfúrico sí resulta efectiva, ya que Tiempos de Inmersión de 30-60 minutos, resultan en una alta germinación de 91 por ciento y cero SD.

Cuadro 4.25 Comparación de medias de Germinación Estándar (GE) y Semillas Duras (SD) en *Leucaena leucocephala* para Tiempo de Inmersión en Acido Sulfúrico (Semilla Inicial, lote uno).

T de Inmersión (minutos)	GE (%)	SD (%)
0	5 c	91 a
10	54 b	32 b
20	82 a	8 c
30	90 a	0 d
40	91 a	0 d
50	90 a	0 d
60	90 a	0 d

Duncan D. 05.

Respecto al ensayo dos, conducido con Semilla de Seis y Doce Meses de Almacenamiento, el análisis de varianza (Cuadro A 8) para GE y SD indicó no significancia ($P > 0.05$) para T de A y diferencia significativa en el factor T de I. La interacción de ambos fue no significativa (Cuadro A 8).

Se encontró que el T de A hizo fluctuar la GE de 69 a 70 por ciento y las SD de cinco a seis por ciento, para semilla de Seis y a Doce Meses, respectivamente.

Respecto al efecto del T de I, la GE y SD, se muestran en el Cuadro 4.26. El control germinó apenas en 36 por ciento, pero ya 10 minutos de escarificación en Acido permitió aumentar a 55 por ciento la GE. Los T de I, comprendidos entre 20 y 50 minutos de escarificación fueron los óptimos y tuvieron similitud estadística entre si, con valores entre 80 y 86 por ciento de GE. Mientras que el mayor tiempo de escarificación (60 minutos), ya tendió a disminuir la GE, hasta 68 por ciento. Demostrándose así, el efecto en cualquier Tiempo de inmersión y además se ve, como *Leucaena*, en forma natural rompe la latencia, ya que a Seis Meses hay 54 por ciento de SD, en contraste con el 91 por ciento en Semilla Inicial.

Asimismo en el factor T de I, pero en SD, se observó para el testigo 54 por ciento de SD, disminuyendo estas con 10 minutos hasta un 30 por ciento. Los T de I más

prolongados (20-60 minutos) ocasionaron la permeabilidad de todas las semillas a 1 y 0 por ciento de SD, respectivamente.

Cuadro 4.26 Comparación de medias de Germinación Estándar (GE) y Semillas Duras (SD) en *Leucaena leucocephala* para Tiempo de Inmersión en Acido Sulfúrico en Semilla de Seis y Doce Meses de Almacenamiento

T de Inmersión (minutos)	GE (%)	SD (%)
0	36 d	54 a
10	55 c	30 b
20	85 a	1 c
30	85 a	0 d
40	86 a	0 d
50	80 a	0 d
60	68 b	0 d

Duncan 0.05.

El efecto combinado de los factores T de A y T de I en la GE y SD, se muestra en el Cuadro 4.27. El tratamiento control de la semilla de Seis Meses tuvo 33 por ciento de GE y la de Doce Meses 40 por ciento. La escarificación con 10 minutos en Acido, no rompió totalmente la latencia de la semilla, ya que apenas alcanzó un 52 por ciento de GE, sin embargo, los tratamientos de 20 a 50 minutos, en ambos periodos de almacenamiento fueron óptimos y presentaron igualdad estadística ($P > 0.05$), con GE que fluctuó entre 80 y 90 por ciento. Sin embargo, mayor T de I (60 minutos) involucró disminuciones en la presencia de plántulas normales. El efecto benéfico del Acido en el incremento de GE coincide con los trabajos realizados por Burbano (1990) y

Mayer y Poljakoff (1975), ya que encontraron un incremento de 30 a 80 por ciento en *Centrosema sp* y de 30 a 70 por ciento en *Centrosema pubescens*.

Respecto a la misma interacción de factores, pero en la ocurrencia de SD, se observó igualdad ($P > 0.05$) en el control de Seis y Doce Meses de Almacenamiento, con 55 y 53 por ciento, respectivamente. Los tratamientos de 10 minutos no rompieron completamente impermeabilidad de la semilla. Las SD, se disminuyeron totalmente con las aplicaciones de 20 a 60 minutos (Cuadro 4.27).

Cuadro 4.27 Comparación de medias de Germinación Estándar (GE) y Semillas Duras (SD) en *Leucaena leucocephala* por efecto combinado de Tiempo de Almacenamiento (T de A) y Tiempo de Inmersión (T de I) en Acido Sulfúrico.

T de A	T de I (minutos)	GE (%)	SD (%)
Seis Meses	0	33 e	55 a
Seis Meses	10	52 c	30 b
Seis Meses	20	86 a	0 d
Seis Meses	30	86 a	0 d
Seis Meses	40	90 a	0 d
Seis Meses	50	81 a	0 d
Seis Meses	60	68 b	0 d
Doce Meses	0	40 d	53 a
Doce Meses	10	59 c	29 b
Doce Meses	20	85 a	1 c
Doce Meses	30	83 a	0 d
Doce Meses	40	83 a	0 d
Doce Meses	50	80 a	0 d
Doce Meses	60	68 b	0 d

Duncan 0.05.

Puede observarse, en forma general, que la semilla con mayor Tiempo de Almacenamiento tendió a disminuir la GE

y aún cuando hay también una disminución en SD, esto no se refleja en GE, sino que para periodos más avanzados de almacenamiento hay mayor ocurrencia de plántulas anormales y semillas muertas. En esta especie, aún cuando la procedencia de la semilla de ambos lotes es diferente, la tendencia en la GE que tiene cada lote, es lógica de acuerdo a la pérdida gradual de VB por longevidad de la semilla (Copeland y McDonald 1985)

Emergencia (E) y Viabilidad (VB)

El análisis de varianza para el lote de Semilla Inicial, indicó diferencias significativas ($P < 0.05$) para E y VB (Cuadro A 7). La E para el control presentó un comportamiento similar a la GE, ya que únicamente germinó el seis por ciento (Cuadro 4.28). Con el tratamiento de 10 minutos la incrementó hasta 52 por ciento. Los tratamientos que potencializaron la E fueron 20, 30 y 40 minutos de escarificación con E de 83, 89 y 87 por ciento respectivamente, mientras que las escarificaciones de 50 y 60 minutos disminuyeron la E, hasta 71 y 51 por ciento, respectivamente. Resulta interesante notar que estos últimos tratamientos funcionaron para GE, sin embargo, el ensayo de E, indicó una disminución en su vigor, ya que no presentaron capacidad para emerger satisfactoriamente, aunque en GE la formación de plántulas normales fue buena. Demostrándose así el efecto del Acido, ya que el testigo es bajo, los mejores

son los intermedios y luego disminuye.

La VB denotó igualdad estadística ($P > 0.05$) de 0 hasta 30 minutos de escarificación y parecieron no afectar la VB, ya que esta estuvo arriba de 90 por ciento. Los tratamientos de 40, 50 y 60 minutos aunque tendieron a disminuir la VB, al presentar valores entre 82 y 89 por ciento, parecen indicar que las aplicaciones de Acido no dañaron sustancialmente a la Semilla Inicial de *Leucaena leucocephala* (Cuadro 4.28)

Cuadro 4.28 Comparación de medias de Emergencia (E) y Viabilidad (VB) en *Leucaena leucocephala* para Tiempo de Inmersión en Acido Sulfúrico (Semilla Inicial, lote uno).

T de Inmersión (minutos)	E (%)	VB (%)
0	6 d	93 a
10	52 c	93 a
20	83 a	91 ab
30	89 a	90 ab
40	87 a	89 b
50	71 c	88 b
60	51 c	82 c

Duncan 0.05.

Respecto al ensayo dos, conducido con Semilla de Seis y Doce Meses de lote diferente, el análisis de varianza para E y VB indicó diferencia ($P < 0.05$) para el T de A y el T de I y la interacción de ambos fue no significativa (Cuadro A 8). El T de A dio E de 69 y 62 por ciento; y de VB de 84 y 77 por ciento, ambas para Semilla de Seis y de Doce Meses de almacenamiento, respectivamente, lo anterior indica una

disminución en estos parámetros de la calidad de la semilla de *Leucaena* por efecto de su longevidad.

En relación al efecto del T de I en Acido sobre la E de *Leucaena*, se muestra en el Cuadro 4.29. Se observó 37 por ciento en el control y todos los otros T de I superaron estadísticamente al testigo. Las E mayores se ubicaron en 30 y 40 minutos con 84 y 83 por ciento, respectivamente, sin embargo, mayores tiempos de inmersión, tendieron a disminuir la E a 75 y 66 por ciento para 50 y 60 minutos, respectivamente de escarificación.

Con respecto al efecto del T de I, en la VB de la semilla, se muestra en el Cuadro 4.29. Se notó igualdad estadística ($P < 0.05$) en los T de I de 0 a 40 minutos, con VB entre 81 y 87 por ciento, lo que indica que no hubo efecto adverso. Pero en tiempos más prolongados disminuyó la VB, lo cual indica daño al embrión, por el Acido, y que se refleja en la disminución de la E.

Cuadro 4.29 Comparación de medias de Emergencia (E) y Viabilidad (VB) en *Leucaena leucocephala* para Tiempo de Inmersión en Acido Sulfúrico en Semilla de Seis y Doce Meses de Almacenamiento.

T de Inmersión (minutos)	E (%)	VB (%)
0	37 e	84 a
10	51 d	83 a
20	68 c	85 a
30	84 a	81 a
40	83 a	87 a
50	75 b	75 b
60	66 c	67 c

La interacción del T de A y el T de I en la E de semillas de *Leucaena* escarificada con Acido Sulfúrico se muestra en el Cuadro 4.30 . La E del testigo de Seis y Doce Meses fue similar con 38 y 36 por ciento, respectivamente. Esto indica, que *Leucaena*, no incrementa la E, en estos tiempos de almacenamiento debido a la impermeabilidad de las semillas, corroborado con las SD presentes en el ensayo de GE. Sin embargo, sí hay efecto cuando se compara con la Semilla Inicial, ya que la E fue apenas 6 por ciento, aunque posiblemente esto puede estar influenciado por el efecto de lote diferente. Los mejores tratamientos fueron 30, 40 y 50 minutos de escarificación ya que optimizaron la E de plántulas en semilla de Seis Meses, con 88, 89 y 82 por ciento, respectivamente. Además, estos mismos tratamientos fueron los mejores para semilla de Doce Meses, que presentó E de 79, 77 y 86 por ciento, respectivamente.

El efecto combinado de T de A y T de I en la VB de semilla de *Leucaena leucocephala*, se muestra en el Cuadro 4.30. En general el Acido Sulfúrico fue bien tolerado, ya que no ocasionó daños fuertes en los tejidos vitales de la semilla y únicamente se observó una reducción en la VB con el tratamiento más prolongado de exposición, que fue 60 minutos de escarificación y que redujo también la E.

Cuadro 4.30 Comparación de medias de Emergencia (E) y Viabilidad (VB) en *Leucaena leucocephala* por efecto combinado de Tiempo de Almacenamiento (T de A) y Tiempo de Inmersión (T de I) en Acido Sulfúrico.

T de A	T de I (minutos)	E (%)	VB (%)
Seis Meses	0	38 h	86 a
Seis Meses	10	55 f	88 a
Seis Meses	20	69 de	86 a
Seis Meses	30	88 a	88 a
Seis Meses	40	89 a	80 ab
Seis Meses	50	82 abc	80 ab
Seis Meses	60	70 d	65 c
Doce Meses	0	36 h	82 ab
Doce Meses	10	48 g	80 ab
Doce Meses	20	67 de	79 bc
Doce Meses	30	79 bc	76 bc
Doce Meses	40	77 c	82 ab
Doce Meses	50	86 ab	67 c
Doce Meses	60	63 e	68 c

Duncan 0.05.

Escarificación con Agua Caliente

Germinación Estándar (GE) y Semillas Duras (SD)

El análisis de varianza para el lote de Semilla Inicial, indicó diferencias significativas ($P < 0.05$) para GE y SD (Cuadro A 9). La GE fue creciente conforme se incrementó el tiempo de escarificación. El testigo fue bajo por impermeabilidad de testa (5 por ciento), pero se incrementó a 52, 62 58 por ciento con 180, 240 y 300 segundos de escarificación, siendo el efecto claro conforme se aumentó el T de I (Cuadro 4.31).

Las SD, tuvieron un comportamiento similar de 0 a 60 segundos, con valores fluctuantes entre 87 y 93 por ciento, luego se presentó una disminución paulatina de 63, 45, 25 y 14 por ciento con los tratamientos de 120, 180, 240 y 300 segundos respectivamente (Cuadro.4.31)

Puede decirse en forma general, que el tratamiento con Agua Caliente no fue efectivo en alto grado para semilla nueva con porcentaje alto de impermeabilidad, ya que la máxima germinación obtenida fue de 62 por ciento con 240 segundos de escarificación. Una tendencia inversa se observa en la disminución de SD, a mayor tiempo de inmersión, menor porcentaje de dureza, sin embargo, esto no mejoró sustancialmente la GE.

Cuadro 4.31 Comparación de medias de Germinación Estándar (GE) y Semillas Duras (SD) en *Leucaena leucocephala* para Tiempo de Inmersión en Agua Caliente (Semilla Inicial lote uno).

T de Inmersión (segundos)	GE (%)	SD (%)
0	5 c	90 a
5	7 c	91 a
30	5 c	93 a
60	8 c	87 a
120	28 b	63 b
180	52 a	45 c
240	62 a	25 d
300	58 a	14 e

Duncan 0.05.

Respecto al ensayo dos, conducido con Semilla de Seis y Doce Meses de almacenamiento, el análisis de varianza

para GE indicó similitud ($P < 0.05$) para T de A y diferencia significativa para la misma variable en el factor T de I. La interacción de ambos fue significativa. Para SD, se encontró significancia en el T de I (Cuadro A 10)

Se observó, que el T de A hizo fluctuar la GE de 61 a 64 por ciento y las SD de cinco a seis por ciento, ambas en Semilla de Seis y a Doce Meses de postcosecha, respectivamente.

Respecto al efecto del T de I en Agua Caliente sobre la GE y SD se observa en el Cuadro 4.32. La semilla del control tuvo 37 por ciento de GE y cinco segundos presentó 68 por ciento. Luego, los T de I de 30 a 120 segundos, presentaron similitud entre si y fueron los mejores, con valores de GE entre 73 y 79 por ciento. Sin embargo a mayor tiempo de inmersión la GE tendió a disminuir y el tratamiento de 300 segundos se caracterizó por disminuir la GE hasta niveles de 45 por ciento.

Igualmente en T de I, pero en SD, el control presentó 55 por ciento, luego disminuyeron hasta 21, 11, 4 y 1 por ciento para los T de I comprendidos entre 5 y 120 segundos, respectivamente. Luego las SD no permanecieron, ya que se imbibieron en su totalidad.

Puede observarse también la tendencia, de que conforme aumentó el T de I, aumentó la GE hasta un máximo de 79 por ciento con 120 segundos, para luego disminuir en el mismo sentido. Asimismo, la tendencia en la presencia de SD fue una disminución a mayor T de I, hasta desaparecer con 180 segundos. Sin embargo, esto no significó el aumento en GE, sino que juntamente con la efectividad en romper la dureza se presentó daño a las partes vitales de la semilla.

Cuadro 4.32 Comparación de medias de Germinación Estándar (GE) y Semillas Duras (SD) en *Leucaena leucocephala* para Tiempo de Inmersión en Agua Caliente en Semilla de Seis y Doce Meses de Almacenamiento.

T de Inmersión (segundos)	GE (%)	SD (%)
0	37 e	55 a
5	68 b	21 b
30	73 a	11 c
60	78 a	4 d
120	79 a	1 e
180	65 bc	0 e
240	60 c	0 e
300	45 d	0 e

Duncan 0.05.

El efecto combinado de los factores T de A y T de I en la GE se muestra en el Cuadro 4.33.

Los tratamientos óptimos con similitud estadística para Semilla de Seis Meses fueron de 5 hasta 120 segundos de escarificación y en Semilla de Doce Meses, se amplió de 30 hasta 240 segundos. De esta manera, las semillas de mayor edad toleraron mejor el estrés que originó la escarificación

con Agua Caliente; esto probablemente sea atribuido a los cambios de humedad de la semilla de 7.0 a 5.2 por ciento durante el T de A de Seis Meses a Doce Meses. Aguirre y Peske (1988), afirman que semillas más húmedas se encuentran más propensas al daño por temperatura. El efecto benéfico del Agua Caliente, igualmente ha sido corroborado por Dakes (1984) y Quero *et al.* (1986), el primero observó en dos variedades de *Leucaena*, la K-8 y K-67, un aumento en la GE con 2 y 5 segundos de escarificación en agua a 100°C; y el segundo, también obtuvo incrementos en *Leucaena* usando Agua Caliente a 80 °C, en las variedades Peruana, Cubana y Regional.

Cuadro 4.33 Comparación de medias de Germinación (GE) y Semillas Duras (SD) en *Leucaena leucocephala* por efecto combinado de Tiempo de Almacenamiento (T de A) y Tiempo de Inmersión (T de I) en Agua Caliente.

T de A	T de I (segundos)	GE (%)	SD (%)
Seis Meses	0	34 e	55 a
Seis Meses	5	72 ab	23 b
Seis Meses	30	78 a	5 d
Seis Meses	60	81 a	0 e
Seis Meses	120	77 ab	0 e
Seis Meses	180	52 c	0 e
Seis Meses	240	52 c	0 e
Seis Meses	300	47 cd	0 e
Doce Meses	0	39 d	55 a
Doce Meses	5	64 b	20 b
Doce Meses	30	68 ab	20 b
Doce Meses	60	76 ab	10 c
Doce Meses	120	80 a	3 d
Doce Meses	180	80 a	1 e
Doce Meses	240	68 ab	0 e
Doce Meses	300	42 cde	0 e

Duncan D. 05.

Con respecto a las SD, se deprimieron mejor en semilla de Seis Meses de postcosecha , siendo también la tendencia una disminución a mayor T de I, sin resultar en aumentos de la GE por el daño provocado por los T de I altos.

Emergencia (E) y Viabilidad (VB)

El análisis de varianza para el lote de Semilla Inicial, indicó diferencias significativas ($P < 0.05$) para E y VB (Cuadro A 9). La E para el control presentó un comportamiento similar a la GE, ya que únicamente germinó el seis por ciento, esto ocasionado por el alto grado de latencia de esta semilla. Los tratamientos de 5, y 30 segundos indicaron similitud con el control ($P > 0.05$) y presentaron un comportamiento parecido a la GE, ya que no permeabilizaron la testa de la semilla. Posteriormente, la E se incrementó a la par del aumento de la exposición, con E de 12, 47, 52, 61 y 58 por ciento, para los tratamientos de 60 hasta 300 segundos, respectivamente (Cuadro 4.34).

La VB, no disminuyó sustancialmente del testigo hasta 240 segundos de aplicación, con fluctuaciones de 93 a 89 por ciento. El tratamiento de 300 segundos de escarificación ocasionó ya daño a la semilla, ya que la VB bajó a 79 por ciento (Cuadro 4.34).

Cuadro 4.34 Comparación de medias de Emergencia (E) y Viabilidad (VB) en *Leucaena leucocephala* para Tiempo de Inmersión en Agua Caliente (Semilla Inicial, lote uno).

T de inmersión (segundos)	E (%)	VB (%)
0	6 e	93 a
5	5 e	90 bc
30	6 e	90 bc
60	12 h	91 b
120	47 d	89 c
180	52 b	90 bc
240	61 a	89 c
300	58 a	79 d

Duncan 0.05.

Respecto al ensayo dos, conducido con Semilla de Seis y Doce Meses de Almacenamiento, el análisis de varianza para E indicó diferencia significativa ($P < 0.05$) para T de A, T de I e interacción de ambos. Para VB, se encontró significancia unicamente en el T de I y en la interacción (Cuadro A 10). El T de A dio E de 37 y 66 por ciento y VB de 74 y 75 por ciento, ambas para semilla de Seis y Doce meses de Almacenamiento. El incremento de la E en el T de A posiblemente sea atribuida a la disminución del contenido de humedad de la semilla de 7.0 a 5.2 por ciento durante el período de almacén de Seis a Doce Meses, lo que permitió la efectividad de los tratamientos.

Respecto al efecto del T de I en Agua Caliente sobre la E de semilla de *Leucaena* se muestra en el Cuadro 4.35. Se observó, para el control 37 por ciento y el tratamiento de 5 segundos tuvo 49 por ciento de E. Los T de I entre 30 y 180 segundos fueron similares entre si ($P > 0.05$) con E

fluctuantes entre 57 y 61 por ciento, a mayor T de I, la E tendió a disminuir.

La comparación de medias para la VB de la semilla, se muestra también en el Cuadro 4.35. Los primeros cinco T de I, no ocasionaron daño a la semilla y denotaron similitud estadística entre si, presentando VB entre 82 y 86 por ciento. Sin embargo se ve la tendencia a disminuir la VB conforme aumentó el T de I, ya que 240 y 300 segundos de inmersión bajaron la VB hasta 61 y 41 por ciento, respectivamente.

Cuadro 4.35 Comparación de medias de Emergencia (E) y Viabilidad (VB) en *Leucaena leucocephala* para Tiempo de Inmersión en Agua Caliente en Semilla de Seis y Doce Meses de Almacenamiento

T de Inmersión (segundos)	E (%)	VB (%)
0	37 c	86 a
5	49 b	85 a
30	59 a	85 a
60	57 ab	82 a
120	61 a	75 a
180	60 a	64 c
240	40 c	61 c
300	33 c	49 d

Duncan 0.05.

La tendencia del efecto de la escarificación con Agua Caliente, es que conforme aumentó el T de I, hay una disminución hasta llegar a un máximo, y luego hay un aumento en la E, lo cual se observa en este mismo sentido en la VB, la cual disminuyó conforme aumentó el T de I, siendo esto indicación de efectos adversos por alta temperatura y mayor

tiempo de exposición.

El análisis combinado para la E, se muestra en el Cuadro 4.36. Las mejores E, ocurrieron con semilla de Doce Meses en comparación a Seis Meses, esto atribuido a una mejor condición física de la semilla, principalmente de humedad. Los tratamientos adecuados de escarificación en Agua, tanto en Seis como en Doce Meses, se ubicaron entre 30 y 180 segundos de escarificación, con E entre 43 y 51 por ciento para semilla de Seis Meses y 70 a 78 para la de 12 meses. En ambas fechas, 240 y 300 segundos de aplicación fueron excesivos para las semillas.

Cuadro 4.36 Comparación de medias de Emergencia (E) y Viabilidad (VB) en *Leucaena leucocephala* por efecto combinado de Tiempo de Almacenamiento (T de A) y Tiempo de Inmersión (T de I) en Agua Caliente.

T de A	T de I (segundos)	E (%)	VB (%)
Seis Meses	0	37 d	86 ab
Seis Meses	5	35 d	88 a
Seis Meses	30	49 c	88 a
Seis Meses	60	43 c	85 ab
Seis Meses	120	51 c	77 cd
Seis Meses	180	44 c	52 f
Seis Meses	240	21 d	51 f
Seis Meses	300	24 d	51 f
Doce Meses	0	36 d	85 ab
Doce Meses	5	66 b	81 bc
Doce Meses	30	70 ab	82 bc
Doce Meses	60	72 ab	79 bc
Doce Meses	120	76 ab	71 de
Doce Meses	180	78 a	75 cd
Doce Meses	240	66 b	69 e
Doce Meses	300	44 c	47 f

Duncan D. 05.

El efecto combinado de T de A y T de I en la VB de la semilla de *Leucaena* escarificada con Agua, se muestra también en el Cuadro 4.36. Los tratamientos 0, 5, 30 y 60 segundos con semillas de Seis y Doce Meses tuvieron similitud entre si ($P > 0.05$). Los daños en la semillas iniciaron con 120 segundos de aplicación y a medida que aumentó la escarificación el efecto perjudicial fue mayor.

En forma general, puede observarse mayor E en semilla con más tiempo de almacenamiento, lo que se atribuye a que el tratamiento con Agua Caliente afectó la semilla de Seis Meses, al tener esta un mayor contenido de humedad, ya que esto puede corroborarse al observar que esta semilla tiene una VB aceptable, pero el efecto del Agua Caliente resultó en mayor número de plántulas anormales.

Macroptiliun atropurpureum

Los resultados para esta especie, se presentan en dos ensayos, correspondiendo el ensayo uno a semilla de un mismo lote y cuya evaluación de escarificación se hizo con Semilla Inicial de aproximadamente un mes de postcosecha. El ensayo dos corresponde a las evaluaciones en Semilla de Seis y a Doce Meses de almacenamiento de lote diferente.

Escarificación con Acido Sulfúrico

Germinación Estándar (GE) y Semillas Duras (SD)

El análisis de varianza para el lote de Semilla Inicial, indicó diferencias significativas ($P < 0.05$) para GE y SD (Cuadro A 11). La GE del tratamiento testigo fue baja (12 por ciento) debido a alta impermeabilidad (Cuadro 4.37) Las escarificaciones de T de I de 10, 20, y 30 minutos incrementaron gradualmente la GE a 36, 71, y 80 por ciento, posteriormente hubo un decremento con 50 y 60 minutos de exposición en Acido Sulfúrico, tratamientos que bajaron la GE hasta 46 y 29 por ciento, respectivamente, observandose el efecto positivo, aunque no alcanza valores realmente altos, sin embargo, se vé que se incrementa hasta 80 por

ciento de GE y luego disminuye hasta 29 por ciento (Cuadro 4.37).

Cuadro 4.37 Comparación de medias de Germinación Estándar (GE) y Semillas Duras (SD) en *Macroptilium atropurpureum* para Tiempo de Inmersión (T de I) en Acido Sulfurico (Semilla Inicial, lote uno)

T. de Inmersión (minutos)	GE (%)	SD (%)
0	12 e	81 a
10	36 d	47 b
20	71 ab	7 c
30	80 a	0 d
40	66 b	0 d
50	46 c	0 d
60	29 d	0 d

Duncan: 0.05.

Asimismo, en el Cuadro 4.37 se observa que las SD o no imbibidas que presentó el testigo fueron 81 por ciento, y los tratamientos de 10 y 20 minutos de escarificación las disminuyó a 47 y 7 por ciento. A mayor tiempo estas se permeabilizaron totalmente con 30-60 minutos de exposición, pero ocasionando ya daño a las partes vitales de la semilla, ya que esto se refleja en disminución de la GE

Referente al ensayo dos que se condujo con semilla de Seis y Doce Meses proveniente de lote diferente, se observó para GE diferencias significativas en el T de A, T de I y en la interacción de ambos, e igualmente aconteció para SD, excepto en T de A, en donde no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) (Cuadro A 12).

Se observó que el T de A hizo fluctuar la GE de 58 a 49 por ciento; y las SD de 4 a 3 por ciento, ambas en Semilla de Seis y Doce Meses de Almacenamiento, respectivamente.

Referente al T de I en Acido en la GE, se observó en el control 23 por ciento. Y también se observa una tendencia a aumentar la GE con la escarificación, pero luego disminuirla ya que los T de I de 10, 20 y 30 minutos la aumentaron a 70, para disminuir a 68 y 66 por ciento, observándose aún más descenso con los T de I de 50 a 60 minutos que presentaron GE de 48 y 43 por ciento (Cuadro 4.38).

Igualmente en T de I, pero en SD, el control registró 63 por ciento, las otras inmersiones disminuyeron su ocurrencia, de tal forma que después de 20 minutos, todas las semillas presentaron permeabilidad, observándose también daño, que resultó en disminución de la GE (Cuadro 4.38).

Cuadro 4.38 Comparación de medias de Germinación Estándar (GE) y Semillas Duras (SD) en *Macroptilium atropurpureum* para Tiempo de Inmersión en Acido Sulfúrico en Semilla de Seis y Doce Meses de Almacenamiento.

T de Inmersión (minutos)	GE (%)	SD (%)
0	23 d	63 a
10	70 a	3 b
20	68 a	2 b
30	66 a	0 c
40	59 b	0 c
50	48 c	0 c
60	43 c	0 c

El efecto combinado de los factores T de A y T de I en la GE y SD, se muestra en el Cuadro 4.39. Con semilla de Seis Meses, el control registró 16 por ciento de GE, para Doce Meses la latencia disminuyó y la GE subió a 31 por ciento. Los tratamientos que la potencializaron para semilla de Seis Meses, fueron de 10 a 40 minutos de escarificación con porcentajes de 74-76 por ciento de GE, y en semilla de Doce Meses de 10 y 20 minutos, aunque con una reducción ya en la GE (61 y 67 por ciento) por efecto de longevidad de la semilla. La eficacia del Acido Sulfúrico, también ha sido corroborada por Ramos y Romero (1986), quienes encontraron alta GE y peso seco de plántula en *Brachiaria decumbens*. Sin embargo, difiere a los estudios de Cabrales y Bernal (1963), que observaron que el Acido no resultó mejor en comparación con el uso de Agua Caliente en *Macroptilium sp.*

Cuadro 4.39 Comparación de medias de Germinación (GE) y Semillas Duras (SD) en *Macroptilium atropurpureum* por efecto combinado de Tiempo de Almacenamiento (T de A) y Tiempo de Inmersión (T de I) en Acido Sulfúrico.

T de A	T de I (minutos)	GE (%)	SD (%)
Seis Meses	0	16 f	75 a
Seis Meses	10	74 a	2 de
Seis Meses	20	75 a	2 de
Seis Meses	30	75 a	0 e
Seis Meses	40	76 a	0 e
Seis Meses	50	53 c	0 e
Seis Meses	60	54 c	0 e
Seis Meses	0	31 e	51 b
Seis Meses	10	67 ab	5 c
Doce Meses	20	61 bc	3 cd
Doce Meses	30	57 c	0 e
Doce Meses	40	44 d	0 e
Doce Meses	50	43 d	0 e
Doce Meses	60	34 e	0 e

Respecto a la misma interacción de factores, pero en la ocurrencia de SD, se observó que esta fluctuó de 75 a 51 por ciento para el control de Seis y Doce Meses de Almacén, y además en ambos períodos ya no existieron SD después de 30 minutos de escarificación, pero se observa juntamente con esta desaparición de SD, efecto perjudicial sobre la GE pareciendo ser mayor en semilla de Doce Meses (Cuadro 39).

Emergencia (E) y Viabilidad (VB)

El análisis de varianza para el lote de Semilla Inicial, indicó diferencias significativas ($P < 0.05$) para E y VB (Cuadro A 11). La E del tratamiento testigo fue baja (14 por ciento) debido a alta impermeabilidad. Las escarificaciones de 10, 20, 30 y 40 minutos incrementaron gradualmente la E a 31, 80, 82 y 81 por ciento, posteriormente hubo un decremento con E de 66 y 67 por ciento, para las escarificaciones de 50 y 60 minutos, respectivamente (Cuadro 4.40).

Cuadro 4.40 Comparación de medias de Emergencia (E) y Viabilidad (VB) en *Macroptilium atropurpureum* para Tiempo de Inmersión en Acido Sulfúrico (Semilla Inicial lote uno)

T de Inmersión (minutos)	E (%)	VB (%)
0	14 d	93 a
10	31 c	90 ab
20	80 a	84 bc
30	82 a	86 bc
40	81 a	84 bc
50	66 b	75 d
60	67 b	73 d

Duncan 0.05.

La VB fue similar estadísticamente para el testigo y 10 minutos de escarificación, con 93 y 90 por ciento, respectivamente. Los tratamientos de 20 a 40 minutos, ocasionaron daños leves en algunas semillas, sin embargo se observó, que estas aún podían emerger y usar las reservas del cotiledón. Los tratamientos de 50 y 60 minutos, redujeron aún más la VB y presentaron un comportamiento parecido a la E, siendo excesivos, ya que dañaron a la semilla (Cuadro 4.40).

El análisis de varianza, para E y VB, del ensayo dos (semilla de Seis y Doce Meses) proveniente de lote diferente, indicó diferencias significativas ($P < 0.05$) para los factores T de A, T de I y en la interacción de ambos (Cuadro A 12). El T de A dio E de 47 y 58 por ciento; y VB de 71 a 74 por ciento, ambas para Semilla de Seis y Doce Meses de Almacenamiento.

Respecto al T de I en Acido sobre la E de semilla de *Macrottilium*, se muestra en el Cuadro 4.41. El control presentó 24 por ciento de E y 10 minutos de escarificación, la aumentó a 51 por ciento. Los mejores T de I se comprendieron entre 20 y 40 minutos con un rango de E de 61 a 64 por ciento.

Siempre en el T de I, pero en la VB de la semilla, se muestra en el Cuadro 4.41. Se observó que únicamente el

tiempo de 50 y 60 minutos, causó daño a la semilla y disminuyeron la VB a 60 y 52 por ciento. Los otros T de I, presentaron similitud con el control ($P > 0.05$) y con valores comprendidos entre 75 y 81 por ciento.

Cuadro 4.41 Comparación de medias de Emergencia (E) y Viabilidad (VB) en *Macroptilium atropurpureum* para Tiempo de Inmersión en Acido sulfúrico en semilla de Seis y doce Meses de Almacenamiento

T de Inmersión (minutos)	E (%)	VB (%)
0	24 d	81 a
10	51 c	78 a
20	61 ab	80 a
30	64 a	79 a
40	64 a	75 a
50	56 bc	60 b
60	52 c	52 c

Duncan 0.05.

El análisis combinado de la E por efecto en Acido Sulfúrico se muestra en el Cuadro 4.42. La E del testigo a Seis y Doce Meses registró 18 y 30 por ciento, respectivamente. El tratamiento óptimo para semilla de Seis Meses fue 40 minutos de escarificación y para semilla de Doce Meses fue de 20 a 30 minutos, donde se obtuvieron E de 69, 74 y 72 por ciento, respectivamente.

Cuadro 4.42 Comparación de medias de Emergencia (E) y Viabilidad (VB) en *Macroptilium atropurpureum* por efecto combinado de Tiempo de Almacenamiento (T de A) y Tiempo de Inmersión (T de I) en Acido Sulfúrico

T de A	T de I (minutos)	E (%)	VB (%)
Seis Meses	0	18 f	82 ab
Seis Meses	10	44 d	76 ab
Seis Meses	20	49 cd	77 ab
Seis Meses	30	57 bc	75 abc
Seis Meses	40	69 a	76 abc
Seis Meses	50	57 bc	53 d
Seis Meses	60	50 cd	54 d
Doce Meses	0	30 e	79 ab
Doce Meses	10	52 d	80 ab
Doce Meses	20	74 a	84 a
Doce Meses	30	72 a	82 ab
Doce Meses	40	58 bb	73 bc
Doce Meses	50	60 bb	67 c
Doce Meses	60	54 bc	51 d

Duncan 0.05.

Asimismo, el efecto combinado de T de A y T de I en la VB de semilla de *Macroptilium* se muestra en el Cuadro 4.42. En ambos períodos de Almacenamiento, los tratamientos de 0 a 30 minutos de exposición en Acido no reflejaron daño en la semilla. Sin embargo, 50 y 60 minutos de escarificación disminuyeron la VB en los períodos de Seis y de Doce Meses de Almacenamiento.

La tendencia del efecto del Acido, fue promover el rompimiento de la impermeabilidad al aumentar la E conforme aumentó el T de I, pero a partir de un óptimo se presentó efecto adverso que disminuyó la E en ambos períodos, y esto se observa por disminución en la VB, también a mayor tiempo de escarificación.

Escarificación con Agua caliente

Germinación Estándar (GE) y Semillas Duras (SD)

El análisis de varianza para el lote de Semilla Inicial, indicó diferencias significativas ($P < 0.05$) para GE y SD (Cuadro 13 A del apéndice). La GE del testigo fue baja (12 por ciento) debido a alta presencia de semillas impermeables, sin embargo, se dio un ascenso gradual con las escarificaciones de 5 hasta 240 segundos, las GE óptimas se comprendieron entre los tratamientos de 180 y 240 segundos, con 61 por ciento, para ambas, (Cuadro 4.43).

Cuadro 4.43 Comparación de medias de Germinación Estándar (GE) y Semillas Duras (SD) en *Macroptilium atropurpureum* para Tiempo de Inmersión en Agua Caliente (Semilla Inicial, lote uno).

T de Inmersión (segundos)	GE (%)	SD (%)
0	12 e	81 a
5	26 d	9 b
30	22 d	4 c
60	35 c	5 c
120	52 b	3 c
180	61 a	0 d
240	61 a	0 d
300	48 b	0 d

Duncan 0.05.

Las SD para el control estuvieron en un nivel de 81 por ciento, mientras que los tratamientos de 5, 30, 60 y 120 segundos disminuyeron la dureza hasta 9, 4, 5 y 3 por ciento, respectivamente. Los otros tratamientos arriba de 120 segundos no tuvieron SD. Es notorio el efecto de 5

segundos en relación al testigo, 81 versus 9 por ciento y luego al máximo T de I, no hubo SD (Cuadro 4.43).

Referente a la GE y SD del ensayo dos conducido con semilla de Seis y Doce Meses de postcosecha, proveniente de lote diferente, el análisis de varianza para GE (Cuadro A 14) indicó diferencias significativas ($P < 0.05$) para los factores Tiempo de Almacenamiento (T de A), Tiempo de Inmersión (T de I) y en la interacción de ambos. Igualmente aconteció para SD, excepto en la interacción donde no se encontró significancia.

Se observó que el T de A hizo fluctuar la GE de 15 a 21 por ciento; y las SD de 10 a 5 por ciento para semilla de Seis y Doce meses de almacenamiento, respectivamente. Lo anterior refleja que la escarificación con Agua Caliente fue más efectiva en Semilla de Doce Meses en comparación a la practicada en semilla de Seis Meses. Este efecto probablemente sea atribuido a la reducción de la humedad de la semilla de *Macroptilium atropurpureum* de 11.0 a 9.2 por ciento durante el lapso de almacenamiento de Seis a Doce Meses, ya que se ha demostrado que semillas más húmedas son propensas al daño por temperatura (Aguirre y Peske).

El efecto del T de I, se observa en el Cuadro 4.44. Las escarificaciones de 5 y 30, segundos aumentaron la GE en relación al testigo con 69 y 66 por ciento versus 23 por

ciento, respectivamente. A partir de 60 segundos de inmersión, la GE empezó a disminuir y los T de I comprendidos entre 180 y 300 segundos nulificaron la GE hasta 0 por ciento.

Igualmente en T de I, pero en SD se observó para el control 63 por ciento, luego estas disminuyeron gradualmente de acuerdo al incremento del T de I, hasta 13, 6, 7, 4, 1, 1 y 0 por ciento, respectivamente, para las escarificaciones de 5 a 300 segundos (Cuadro 4.44).

Cuadro 4.44 Comparación de medias de Germinación Estándar (GE) y Semillas Duras (SD) en *Macroptilium atropurpureum* para Tiempo de Inmersión en Agua Caliente en Semillas de Seis y Doce meses de Almacenamiento.

T de Inmersión (segundos)	GE (%)	SD (%)
0	23 c	63 a
5	69 a	13 b
30	66 a	6 c
60	52 b	7 c
120	10 d	4 c
180	0 e	1 d
240	0 e	1 d
300	0 e	0 d

Duncan 0.05.

La tendencia para GE, es similar a otras especies, hay un aumento hasta un máximo y luego la disminución hasta cero a partir del tratamiento óptimo. Lo mismo ocurre con las SD, que tienden a disminuir hasta desaparecer, pero con la consiguiente disminución de la GE, E y VB por daño en la semilla a tiempos altos de inmersión.

El efecto combinado de los factores T de A y T de I, en las semillas escarificadas con Agua Caliente se muestra en el Cuadro 4.45. Las Semillas de Doce Meses escarificaron mejor en comparación a las de Seis Meses, esto probablemente sea atribuido al menor contenido de humedad que aquellas tuvieron. La GE en la semilla del tratamiento control por impermeabilidad de la cubierta fue bajo (16 y 31 por ciento para Seis y Doce Meses, respectivamente). Los tratamientos de 5 y 30 segundos fueron óptimos y consistentes, puesto que involucraron en ambos períodos, las mejores GE que estuvieron en el rango de 66 y 71 por ciento. La escarificación de 60 segundos tendió a disminuirla y a partir de 120 segundos la deprimieron completamente. Esta tendencia también ha sido corroborada en *Centrosema pubescens*, por Jiménez (1984a), quien apenas aumentó de 26 a 37 la GE cuando escarificó en agua en ebullición.

Respecto a la misma interacción de factores, pero en la presencia de SD, se observó 75 y 51 por ciento para el tratamiento control de Seis y Doce Meses respectivamente. Esta reducción en el control parece ser debida al T de A, con la cual las SD disminuyeron en forma natural. Posteriormente, estas disminuyeron hasta cero al incrementarse gradualmente los tratamientos de escarificación, pero al igual que en las otras especies, la disminución de SD provocó reducción en la GE por efectos adversos en la semilla del Agua Caliente (Cuadro 4.45).

Cuadro 4.45 Comparación de medias de Germinación (GE) y Semillas Duras (SD) en *Macroptilium atropurpureum* por efecto combinado de Tiempo de Almacenamiento (T de A) y Tiempo de Inmersión (T de I) en Agua Caliente.

T de A	T de I (segundos)	GE (%)	SD (%)
Seis Meses	0	16 e	75 a
Seis Meses	5	67 a	18 c
Seis Meses	30	66 a	10 d
Seis Meses	60	49 b	10 d
Seis Meses	120	2 f	7 def
Seis Meses	180	0 g	2 gh
Seis Meses	240	0 g	2 gh
Seis Meses	300	0 g	0 h
Doce Meses	0	31 c	51 b
Doce Meses	5	71 a	9 dc
Doce Meses	30	66 a	3 fg
Doce Meses	60	54 b	5 ef
Doce Meses	120	2 d	3 fgh
Doce Meses	180	0 g	0 h
Doce Meses	240	0 g	0 h
Doce Meses	300	0 g	0 h

Duncan 0.05.

Emergencia (E) y Viabilidad (VB)

El análisis de varianza para el lote de Semilla Inicial, indicó diferencias significativas ($P < 0.05$) para E y VB (Cuadro A 13). La E del tratamiento testigo por impermeabilidad de cubierta fue baja (14 por ciento). La comparación de medias se muestra en el Cuadro 4.46, donde se observa un ascenso gradual de 5 hasta 240 segundos de escarificación, siendo la óptima 180 y 240 segundos con E de 65 y 69 por ciento, para reducirse hasta 37 por ciento con 300 segundos.

Cuadro 4.46 Comparación de medias de Emergencia (E) y Viabilidad (VB) y en *Macrotidium atropurpureum* para Tiempo de Inmersión en Agua Caliente (Semilla Inicial, lote uno).

T. de Inmersión (segundos)	E (%)	VB (%)
0	14 f	94 a
5	19 e	92 b
30	26 d	89 c
60	39 c	88 d
120	52 b	88 d
180	65 a	88 d
240	69 a	87 f
300	37 c	70 g

Duncan 0.05.

La VB de la semilla se mantuvo entre 94 y 87 por ciento en los tratamientos comprendidos entre 0 y 240 segundos y únicamente el último tratamiento involucró disminución a 70 por ciento de VB, lo cual concuerda con la reducción en la E (Cuadro 4.46).

Parece ser que el tratamiento con Agua Caliente aún cuando no fue del todo efectivo para romper la impermeabilidad, no afectó la VB drásticamente, ya que esta se mantuvo alta aún con el tratamiento de 240 segundos.

El análisis de varianza para la E y VB de la semilla de Seis y Doce Meses proveniente de lote diferente, indicó diferencias significativas ($P < 0.05$) para los factores Tiempo de Almacenamiento (T de A), Tiempo de Inmersión y en la interacción de ambos (Cuadro A 14).

El T de A involucró E de 7 y 25 por ciento; y la VB de 29 y 64 por ciento, ambas en semilla de Seis y Doce Meses de Almacenamiento. Esta relativa mejora de la escarificación en el período más amplio de almacenamiento, probablemente ocurrió ocasionado por el cambio en las condiciones físicas de la semilla, en lo cual se involucró el contenido de humedad que varió de 11.0 a 9.4 por ciento a Doce Meses de Almacén.

El efecto del T de I en Agua Caliente sobre la E de Semilla de *Macroptilium atropurpureum*, se muestra en el Cuadro 4.47. El tratamiento control tuvo 24 por ciento de E, el T de I de 5 y 30 segundos, la incrementó a 52 y 54 por ciento, luego la emergencia disminuyó gradualmente y a partir del T de I de 180 a 300 segundos, la nulificó hasta cero.

Con respecto a la VB el efecto del T de I, mostró igualdad ($P < 0.05$) para el control y cinco segundos con 81 y 82 por ciento. Luego se presentó una declinación conforme aumentó el T de I, teniendo VB de 75, 70, 24, 20, 13 y 11 por ciento para los T de I de 30 hasta 300 segundos, respectivamente. Esta baja en la VB es por efecto adverso del T de I en Agua Caliente, lo cual se refleja también, en la reducción de la E, casi paralelamente (Cuadro 4.47)

Cuadro 4.47 Comparación de medias de Emergencia (E) y Viabilidad (VB) en *Macroptilium atropurpureum* para Tiempo de Inmersión en Agua Caliente en semilla de Seis y Doce Meses de Almacenamiento.

T. de Inmersión (segundos)	E (%)	VB (%)
0	24 c	81 a
5	52 a	82 a
30	54 a	75 b
60	33 b	70 b
120	12 d	24 c
180	0 e	20 c
240	0 e	13 d
300	0 e	11 d

Duncan 0.05.

El análisis combinado del T de A y el T de I en la E en Agua Caliente se muestra en el Cuadro 4.48. Las semillas de Doce Meses escarificaron mejor en relación a las de Seis Meses, esto también atribuido a la disminución de 11.0 a 9.2 por ciento del contenido de humedad durante el Tiempo de Almacenamiento. Los tratamientos óptimos para Semilla de Seis Meses fueron 5 y 30 segundos de escarificación con E de 37 y 33 por ciento, y para Semilla de Doce Meses 5, 30 y 60 segundos, con E de 71, 81 y 82 por ciento, respectivamente. El mejor efecto en la superación de la impermeabilidad en semilla de Doce Meses también pudiera deberse a que esta especie presentó degradación natural de la cubierta a mayor edad.

El efecto combinado de T de A y T de I en la VB de semilla de *Macroptilium atropurpureum* escarificada con Agua Caliente, demostró mayor estrés con semilla de seis Meses, ya que se notaron daños desde 30 segundos de escarificación y en semilla de Doce Meses ocurrió desde 120 segundos, esto

corroborara que las semillas más húmedas fueron más afectadas por la temperatura del Agua Caliente (Cuadro 4.48)

Cuadro 4.48 Comparación de medias de Emergencia (E) y Viabilidad (VB) en *Macroptilium atropurpureum* por efecto combinado de Tiempo de Almacenamiento (T de A) y Tiempo de Inmersión (T de I) en Agua Caliente.

T de A	T de I (segundos)	E (%)	VB (%)
Seis Meses	0		
Seis Meses	5	18 e	82 a
Seis Meses	30	37 c	80 a
Seis Meses	60	33 cd	71 b
Seis Meses	120	5 f	57 c
Seis Meses	180	1 g	3 e
Seis Meses	240	0 g	1 e
Seis Meses	300	0 g	1 e
Doce Meses	0	30 d	80 a
Doce Meses	5	71 b	84 a
Doce Meses	30	81 a	79 a
Doce Meses	60	82 a	81 a
Doce Meses	120	31 d	60 c
Doce Meses	180	0 g	55 c
Doce Meses	240	0 g	35 d
Doce Meses	300	0 g	31 d

Duncan 0.05.

CONCLUSIONES

- 1.-La intensidad de la latencia para la Semilla Inicial fue alta en las cuatro especies, mayor de 80 por ciento, y disminuyó acerca de 50 por ciento a Doce Meses de Almacenamiento.
- 2.-El Acido Sulfúrico, fue efectivo en contrarrestar las Semillas Duras en *Centrosema*, *Clitoria*, *Leucaena* y *Macroptilium*.
- 3.- El Agua Caliente, en general, fue menos efectivo que el Acido, para permeabilizar la testa de las semillas y provocó mayor estrés, principalmente en *Centrosema* y *Clitoria*.
- 4.-Los Tiempos de Almacenamiento influyeron en la escarificación con Agua Caliente. Con Acido Sulfúrico, fueron más consistentes y esto ocurrió en las cuatro especies.
- 5.- Los contenidos de humedad de la semilla, variaron durante el Tiempo de Almacenamiento y trajeron consigo diferente respuesta en el rompimiento de la impermeabilidad con Agua Caliente.

- 6.-A menor contenido de humedad de la semilla, se mejoró la respuesta a la escarificación con Agua Caliente en las cuatro especies.
- 7.-La escarificación con 10 minutos en Acido Sulfúrico, en todos los Tiempos de Almacenamiento, eliminó las Semillas Duras en *Centrosema* y *Clitoria*. Para *Leucaena* y *Macroptilium* fueron necesarios 30 minutos.
- 8.-La escarificación con Agua Caliente, en los tres períodos de Almacenamiento, fue ineficaz para suprimir totalmente, las Semillas Duras en *Centrosema*.
- 9.-Los tratamientos de 10 minutos de escarificación con Acido Sulfúrico en *Centrosema brasilianum*, fueron eficaces en forma sistemática, en Semilla Inicial, a Seis y a Doce Meses de Almacenamiento.
- 10.-La escarificación con Agua Caliente, no involucró efectos favorables en la Emergencia de *Centrosema*, excepto, a Seis Meses de Almacenamiento, donde 5-120 segundos, incrementaron ligeramente la Emergencia.
- 11.-El tratamiento de 20 minutos de escarificación con Acido Sulfúrico en *Clitoria ternatea*, permiti" en forma estable, las mejores Emergencias en Semilla Inicial, a Seis y Doce Meses de Almacenamiento.

12.- Los tratamientos de escarificación con Agua Caliente, en *Clitoria ternatea*, disminuyeron su vigor y no aumentaron la Emergencia, excepto, a Seis Meses de Almacenamiento, donde 5-30 segundos aumentaron la Emergencia moderadamente.

13.- Los tratamientos de escarificación de 30 minutos con Acido Sulfúrico en *Leucaena*, fueron consistentes, y tuvieron Emergencias favorables en Semilla Inicial, a Seis y Doce Meses de Almacenamiento.

14.- La semilla de *Leucaena*, fue más versátil que las otras especies, escarificó relativamente bien con Agua Caliente. La Semilla Inicial, toleró tiempos más prolongados de exposición (240-300 segundos) versus 30-180 segundos para la semilla a Seis y a Doce Meses de Almacenamiento.

15.- Para *Macroptilium atropurpureum*, 30 minutos de escarificación con Acido, permitieron en forma estable, Emergencias óptimas en todos los Tiempos de Almacenamiento.

16.- La escarificación con Agua Caliente en *Macroptilium*, varió en el Tiempo de Almacenamiento, La Semilla Inicial, toleró Tiempos de Inmersión más prolongados, 120-240 segundos, versus 5-60 segundos a Doce Meses de Almacenamiento, donde se presentó la mejor Emergencia.

RESUMEN

El objetivo de este ensayo fue buscar tiempos de escarificación apropiados para romper la latencia en semillas de *Centrosema brasilianum*, *Clitoria ternatea*, *Leucaena leucocephala* y *Macroptilium atropurpureum*.

Se aplicaron siete tratamientos de escarificación con Acido Sulfúrico concentrado y ocho tratamientos de escarificación en Agua Caliente a 93-95°C, ambos en diferente tiempo de inmersión, en semilla de cosecha reciente (inicial), a seis y doce meses de almacenamiento. Las variables de respuesta para notar el efecto de los tratamientos, fueron ensayos de Germinación Estándar, presencia de Semillas Duras, Emergencia y Viabilidad mediante tetrazolio.

Se observó que la latencia debida a impermeabilidad de la cubierta fue alta (mayor de 80 por ciento) en semilla inicial, en las cuatro especies y la escarificación con Acido Sulfúrico se caracterizó por contrarrestar las semillas duras en todos los periodos de almacenamiento. Sin embargo, la escarificación con Agua Caliente, en general, demostró menor eficacia en comparación al Acido Sulfúrico, y provocó mayor daño, principalmente en *Centrosema* y *Clitoria*.

El periodo de almacenamiento, involucró cambios en el contenido de humedad de la semilla y esto influyó en los tratamientos de escarificación con Agua Caliente, principalmente, ya que a menor contenido de humedad, la escarificación de las semillas fue más efectiva, en las cuatro especies.

Para *Centrosema*, los tratamientos de 10 minutos de escarificación con Acido Sulfúrico fueron eficaces en la Emergencia de la semilla inicial, a seis y 12 meses de almacenamiento. Para *Clitoria*, 20 minutos fue suficiente para una buena respuesta. Mientras que *Leucaena* y *Macroptilium*, requirieron escarificaciones más prolongadas, (30 minutos), presentándose con esto, las mejores Emergencias en los tres tiempos de almacenamiento.

La escarificación con Agua Caliente, no involucró efectos favorables en *Centrosema* y *Clitoria*, excepto con semilla a seis meses de almacenamiento, donde 5-120 segundos y 5-30 segundos, respectivamente, incrementaron ligeramente la Emergencia. *Leucaena* y *Macroptilium*, presentaron un comportamiento similar, ya que en ambas especies, la semilla inicial, toleró tiempos de escarificación más prolongados, en comparación a la semilla de seis y 12 meses de almacenamiento. Sin embargo, *Leucaena*, tuvo un comportamiento más versátil, debido al mejor efecto de la escarificación, tanto en Agua Caliente como en Acido Sulfúrico.

LITERATURA CITADA

- Aguirre, R. y S.T. Peske. 1988. Manual para el beneficio de semillas. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia, p. 4-32.
- Amen, D. R. 1963. The concept of seed dormancy. *American Scientist*. Vol. 51. N^o 4. p.408-425. USA.
- 1968. A model of seed dormancy. *The Botanical Review*. Vol. 34. Num. 1. 31 p. USA.
- Bernal, J.E. 1976. Algunos aspectos de fisiología de semillas forrajeras. *Investigaciones Agropecuarias Serie de informes de conferencias, cursos y reuniones*. Num. 29 Maracay, Venezuela, p. 25-37.
- Bewley, J. D. and M. Black. 1982. Dormancy. *Physiology and Biochemistry of Seed*. Vol. 2 Springer Verlag, Heidelberg, N. Y., p. 61-125. USA.
- Burbano, O.F.A. 1990. Efecto de la escarificación química en la calidad de semilla de *Centrosema spp.* durante el almacenamiento. *Agronomía Mesoamericana*. Vol. 1. Guatemala. p. 63-67.
- Bustamante, L.A. 1981. Quality tests for Pea (*Pisum sativum* L) seed lots and their suitability as indicators of potential field emergence. Thesis, MS in Seed Technology. The University of Edinburgh, Scotland.
- Bradbeer, J.W. 1988. Seed Dormancy and Germination. *British Library Cataloguing in publication data* King's College London, p. 39-79.
- Cabrales, R. and J. Bernal. 1963. Effect of different systems of seed treatment, packing, and storage on vigor and germination of five tropical forage legumes. in: Smith. J.A. and V. W. Hays (eds). *International grassland congress, 12 th*. Lexington Kentucky, p. 263-265. USA.
- Camacho, M., F. González y M.E. López. 1991. Ruptura de la dormición de semillas y crecimiento en vivero de Chapulixtle y de dos Huizaches. *Simposio Nacional sobre Ecología, Manejo y Domesticación de las*

plantas útiles de desierto. SARH-INIFAP-UAAAN. México.

Copeland, I., D. and M.B. McDonald. 1985. Principles of Seed Science and Technology. 2nd. Ed. Burges Publishing. Minneapolis, Minnesota. USA.

Delouche, J. 1964. Latencia de semillas. Seed Technology Laboratory Mississippi State University. Mississippi State, Mississippi. USA.

Facio, P.F. y S.I. Dávila. 1984. Acondicionamiento de semillas. UAAAN. Saltillo, Coahuila. p. 29-48. México.

García, M.R. 1986. Evaluación de 12 métodos de escarificación en la germinación de las semilla de tres especies del género *Pinus*. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo Coahuila, Mexico, . 95 p.

Garwood, N.C. 1986. Effects of acid and hot water pretreatments and seed burial on the germination of tropical moist forest seeds. Turrialba. Vol. 36, Núm. 4, p. 479-484. Costa Rica.

Germond, H. 1978. Physiological aspects of seed germination. Seed Sc. and Tech. Vol. 6, p. 625-639. The Netherlands.

Hartmann, H.T., D. E. Kester and F. T. Davies. 1990. Plant Propagation. Principles and practices. Fifth Ed. Prentice Hall N. J. U.S.A.

Holm, A, McR. 1973. The effect of high temperature pretreatments on germination of Townsville stylo seed material. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. Vol. 13. p. 190-192. Australia.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP). 1990. Informe anual. Campo Experimental de Tizimín, Yucatán. 30 P. México.

International Seed Testing Association (ISTA). 1985 International rules for seed testing. Seed Sc. and Tech. 13 (20): 299-590. The Netherlands.

Jiménez, M.A. 1984a. Análisis de la calidad de semilla de especies forrajeras tropicales. Universidad Autónoma de Chapingo. Depto. de Zootécnia. p. 13. México.

- 1984b. Escarificación, inoculación y peletizado de semillas de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales. Universidad Autónoma de Chapingo. Depto. de Zootenia. p. 1-21. México.
- Johnston, M.E. and R.L. Harty. 1981. Report of the germination committee working group on tropical and subtropical seed 1977-1980. Seed Science and Technology. International Seed Testing Association (ISTA). Nineteenth International seed testing congress. Vol. 9. p. 136-140. The Netherlands.
- Khan, A.A. 1977. The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. The Sevier/North Holland Biomedical Press. p. 30-50.
- Liu, H.R. and T.A. Fretz. 1981. Seed coat structure of three wood legume species after chemical and physical treatments to increase seed germination. Journal American Horticultural Science. Vol. 106-5. p. 691-694. U. S. A.
- Maguire, J.D. 1976. Advances in Research and Technology of Seeds. Part. 2. J.R. Thomson (Ed). Centre for agricultural publishing and documentation. p. 7-27. Wageningen, The Netherlands.
- Mayer, A. M. and Poljakoff-Mayber. 1975. The germination of seed. 3rd ed. Pergamon Press, Oxford. London. p. 46-65.
- Mott, J.J. and G.M. McKean. 1979. Effect of heat treatment in breaking hardseededness in four species of *Stylosanthes*. Seed Sc. and Tech. Vol. 7, p. 12-25. The Netherlands
- Nelson, J., A. Jenkins and G.C. Sharples, 1984. Soaking and other seed pretreatment effects on germination and emergence of sugarbeets at high temperatures. Journal of Seed Technology. Vol. 9 Núm. 1, p. 79-86. U.S.A.
- Norman, A. G. 1960, Advances in Agronomy. Vol. 12. Univ. of Michigan, Academic Press. New York and London. p 107-118.
- Oakes, A.J. 1984. Scarification and germination on seeds of *Leucaena leucocephala* (Lam) De Wit, Tropical Agriculture (Trinidad) vol. Núm. 2, April, p. 4. U.S.A.
- Pollock, B.M. and Vivian. 1986. Post maduración, período de reposo y latencia en Semillas. Centro regional

de ayuda técnica. Agencia para el desarrollo regional Compañía Editorial Continental S.A. de C.V. P. 201-213. U.S.A.

- Quero, C.A., V.J. Eguiarte y C.F. Carrete. 1986. Medición de la germinación en tres variedades de *Leucaena* en el norte de Nayarit, Reunión Anual de investigación Pecuaría en México, INIFAP-SARH. 50 p.
- Ramirez, A., E. Salazar y J. I. Roa. 1988. Técnicas de multiplicación por semilla de especies forrajeras. Programa de pastos tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 40 p.
- Ramos, A.N. y C. Romero. 1986. Efecto del almacenamiento y escarificación en la germinación del pasto *Brachiaria decumbens*. Programa de fisiología vegetal. Instituto Colombiano Agropecuario . P. 66-81. Colombia.
- Roberts, E. H. 1972. Dormancy: a factor affecting seed survival in the soil. In: Viability of Seeds. Roberts, E.H. (editor). Chapman and Hall, London. p. 321-359.
- Schoorel, A. F. 1956. The use of soil test in seed testing. Proc. Int. Seed Test. Ass. 22; 287-301. Switzerland.
- Somarriba, E. y O. Ferreiro. 1984. Efecto de tratamientos pregerminativos sobre la germinación y viabilidad de las semillas de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq) Grieb. Turrialba. Vol. 34, Núm. 1, p. 101-105. Costa Rica.
- Stidhan, N.D., A.J. Powell and P.L. Claypool. 1980. Chemical scarification, moist prechilling, and thiourea effects on germination of 18 shrub species. Journal of Range Management. Núm. 2. p. 115- 118. 118. U.S.A.
- Tran, V.N. and A.K. Cavanagh. 1984. Structural aspects of dormancy. in: Seed Physiology. Vol. 2. David R. Murray (Editor). Academic press. New South Wales. p. 1-75.
- Valenzuela. U. A., y J.J. Carvajal. 1989. Evaluación de gramíneas y leguminosas en suelo Cambisol de Tizimin. Yucatán. Red Internacional de Evaluación de Pasturas Tropicales. CIAT. Colombia. p 182.

- Villiers, T. A. 1975. Dormancy and the survival of plants. The Institute of Biology. Num. 57. p. 1-68. Printed in Great Britain by Butler and Tanner Ltd, Rome and London. The Institute of Biology. Núm. 57. p. 1-68.
- Vora, S.R. 1989. Seed germination characteristics of selected native plants of the lower Rio Grande valley, Texas. Journal of Range Management. Vol. 42. Núm. 1. p. 36-40. USA.
- Whiteman, P.C. and K. Mendra. 1982. Effects of storage and seed treatments on germination of *Brachiaria decumbens*. Seed Science and Technology. Vol. 10, p. 233-242. The Netherlands.

APENDICE

Cuadro A.1 Cuadrados medios de Germinación Estándar (GE), Semillas Duras (SD), Emergencia (E) y Viabilidad (VB) de *Centrosema brasilianum* escarificada con Acido Sulfúrico.

F V	gl	GE	SD	E	VB
Tiempo de Alm (A)	2	28.65*	0.343*	12.90*	1079.40*
Tiempo de Inm (B)	6	23.85*	68.89*	19.92*	1365.20*
Interac. AxB	12	2.98*	0.22*	0.51*	42.40*
Error	42	0.09	0.02	0.06	8.90
C V %		3.98	6.49	3.19	4.95

Duncan 0.05.

Cuadro A. 2 Cuadrados medios de Germinación Estándar (GE), Semillas Duras (SD), Emergencia (E) y Viabilidad (VB) de *Centrosema brasilianum* escarificada con Agua Caliente.

F V	gl	GE	SD	E	VB
Tiempo de Alm (A)	2	35.79*	0.04 _{ns}	22.83*	3108.50*
Tiempo de Inm (B)	7	26.85*	2.56*	22.02*	4948.20*
Interac. AxB	14	3.80*	0.83*	2.48*	753.60*
Error	48	0.13	0.11	0.88	8.60
C V %		10.12	4.35	8.90	7.50

Duncan 0.05.

Cuadro A. 3 Cuadrados medios de Germinación Estándar (GE), Semillas Duras (SD), Emergencia (E) y Viabilidad (VB) de *Clitoria ternatea* escarificada con Acido Sulfúrico en Semilla Inicial y a Seis Meses de Almacenamiento.

F V	gl	GE	SD	E	VB
Tiempo de Alm (A)	1	7.28*	0.02*	1.33*	207.35*
Tiempo de Inm (B)	6	15.22*	50.36*	13.81*	254.89*
Interac. AxB	6	0.73*	0.04*	0.84*	51.48*
Error	28	0.06	0.03	0.07	8.45
C V %		3.21	2.73	3.51	4.91

Duncan 0.05.

Cuadro A. 4 Cuadrados medios de Germinación Estándar (GE), Semillas Duras (SD), Emergencia (E) y Viabilidad (VB) de *Clitoria ternatea* escarificada con Acido Sulfúrico a Doce Meses de Almacenamiento.

F V	gl	GE	SD	E	VB
Tratamientos	6	2.75*	16.18*	1.53*	461.28*
Error	14	0.09	0.04	0.03	6.22
C V %		3.60	10.05	1.84	4.55

Duncan 0.05.

Cuadro A. 5 Cuadrados medios de Germinación Estándar (GE), Semillas Duras (SD), Emergencia (E) y Viabilidad (VB) de *Clitoria ternatea* escarificada con Agua Caliente en Semilla Inicial y a Seis Meses de Almacenamiento.

F V	gl	GE	SD	E	VB
Tiempo de Alm (A)	1	3.63*	2.46*	8.52*	243.90*
Error	4	0.08	0.13	0.05	20.99
Tiempo de Inm (B)	6	12.27*	31.78*	21.66*	1905.10*
Interac. AxB	6	1.09*	0.48*	1.19	152.58*
Error	28	0.21	0.11	0.11	9.69
C V %		12.16	5.70	10.10	6.56

Duncan 0.05.

Cuadro A. 6 Cuadrados medios de Germinación Estándar (GE), Semillas Duras (SD), Emergencia (E) y Viabilidad (VB) de *Clitoria ternatea* escarificada con Agua Caliente a Doce Meses de Almacenamiento.

F V	gl	GE	SD	E	VB
Tratamientos	7	6.42*	0.95*	2.49*	106.17*
Error	16	0.21	0.18	0.11	10.25
C V %		7.33	6.86	4.80	5.35

Duncan 0.05.

Cuadro A. 7 Cuadrados medios de Germinación Estándar (GE), Semillas Duras (SD), Emergencia (E) y Viabilidad (VB) de *Leucaena leucocephala* escarificada con Acido Sulfúrico en Semilla Inicial.

F V	gl	GE	SD	E	VB
Tratamientos	6	20.72*	33.42*	17.41*	31.65*
Error	14	0.18	0.18	0.06	4.03
C V %		5.20	13.14	3.22	2.81

Duncan 0.05.

Cuadro A. 8 Cuadrados medios de Germinación Estándar (GE), Semillas Duras (SD), Emergencia (E) y Viabilidad (VB) de *Leucaena leucocephala* escarificada con Acido Sulfúrico a Seis y Doce Meses de Almacenamiento.

F V	gl	GE	SD	E	VB
Tiempo de Alm (A)	1	0.02 _{ns}	0.08 _{ns}	2.01*	242.26*
Tiempo de Inm (B)	6	8.89*	43.65*	7.20*	137.25*
Interac. AxB	6	0.15 _{ns}	0.04 _{ns}	0.08 _{ns}	17.73 _{ns}
Error	28	0.180	0.06	0.06	5.17
C V %		3.36	8.93	2.87	5.17

Duncan 0.05.

Cuadro A. 9 Cuadrados medios de Germinación Estándar (GE), Semillas Duras (SD), Emergencia (E) y Viabilidad (VB) de *Leucaena leucocephala* escarificada con Agua Caliente en Semilla Inicial.

F V	gl	GE	SD	E	VB
Tratamientos	7	18.63*	15.47*	19.00*	37.52*
Error	16	0.27	0.18	0.11	7.21
C V %		10.69	5.41	6.37	3.87

Duncan 0.05.

Cuadro A.10 Cuadrados medios de Germinación Estándar (GE), Semillas Duras (SD), Emergencia (E) y Viabilidad (VB) de *Leucaena leucocephala* escarificada con Agua Caliente a Seis y Doce Meses de Almacenamiento.

F V	gl	GE	SD	E	VB
Tiempo de Alm (A)	1	0.50 _{ns}	4.89 _{ns}	38.45*	0.91 _{ns}
Tiempo de Inm (B)	7	6.11*	31.32*	4.23*	471.18*
Interac. AxB	7	0.97*	1.36 _{ns}	1.59*	86.31*
Error	32	0.17	0.12	0.11	7.83
C V %		5.16	12.29	4.63	4.71

Duncan 0.05.

Cuadro A.11 Cuadrados medios de Germinación Estándar (GE), Semillas Duras (SD), Emergencia (E) y Viabilidad (VB) de *Macroptilium atropurpureum* escarificada con Acido Sulfúrico en Semilla Inicial.

F V	gl	GE	SD	E	VB
Tratamientos	6	10.91*	33.60*	12.38*	93.09*
Error	14	0.12	0.02	0.12	4.47
C V %		5.10	4.66	4.60	3.18

Duncan 0.05.

Cuadro A. 12 Cuadrados medios de Germinación Estándar (GE), Semillas Duras (SD), Emergencia (E) y Viabilidad (VB) de *Macroptilium atropurpurium* escarificada con Acido Sulfúrico a Seis y Doce Meses de Almacenamiento.

F V	gl	GE	SD	E	VB
Tiempo de Alm (A)	1	5.71*	0.02 _{ns}	5.62*	47.00*
Tiempo de Inm (B)	6	9.67*	39.33*	7.01*	302.34*
Interac. AxB	6	1.95*	0.73*	0.89*	23.15*
Error	28	0.11	0.18	0.09	10.81
C V %		4.49	19.00	4.22	5.62

Duncan 0.05.

Cuadro A .13 Cuadrados medios de Germinación Estándar (GE), Semillas Duras (SD), Emergencia (E) y Viabilidad (VB) de *Macroptilium atropurpureum* escarificada con Agua Caliente en Semilla Inicial.

F V	gl	GE	SD	E	VB
Tratamientos	7	7.46*	30.76*	8.14*	88.62*
Error	16	0.12	0.02	1.19	11.31
C V %		5.55	4.66	17.55	4.85

Duncan 0.05.

Cuadro A. 14 Cuadrados medios de Germinación Estándar (GE), Semillas Duras (SD), Emergencia (E) y Viabilidad (VB) de *Macroptilium atropurpureum* escarificada con Agua Caliente a Seis y Doce Meses de Almacenamiento.

F V	gl	GE	SD	E	VB
Tiempo de Alm (A)	1	5.21*	9.49*	59.05*	5065.16*
Tiempo de Inm (B)	7	63.75*	30.30*	46.21*	2471.77*
Interac. AxB	7	1.89*	0.31 _{ns}	8.65*	448.72*
Error	32	0.13	0.23	0.07	8.71
C V %		8.22	16.57	6.54	6.84